

特開平11-330039

(43) 公開日 平成11年(1999)11月30日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I		
H01L 21/304	651	H01L 21/304	651	B
			651	L
F26B 3/10		F26B 3/10		
5/08		5/08		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全19頁)

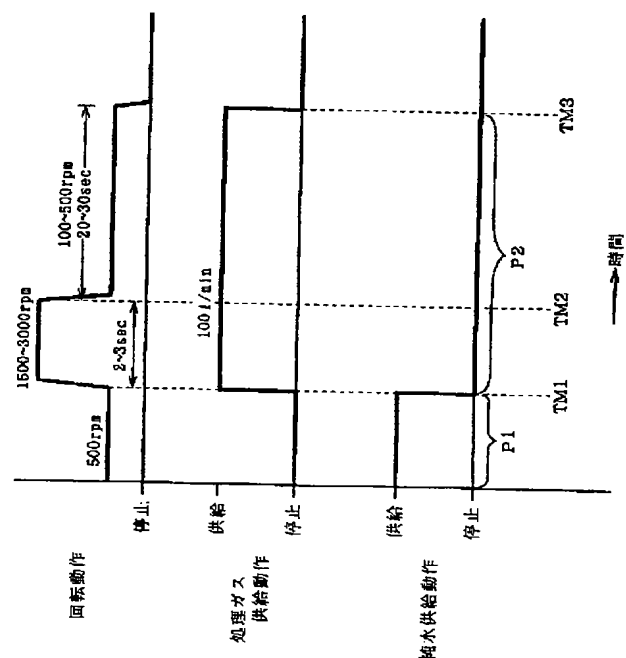
(21) 出願番号	特願平10-334539	(71) 出願人	000207551 大日本スクリーン製造株式会社 京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1
(22) 出願日	平成10年(1998)11月25日	(72) 発明者	村岡 祐介 京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-65464	(72) 発明者	宮城 雅宏 京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1 大日本スクリーン製造株式会社内
(32) 優先日	平10(1998) 3 月16日	(74) 代理人	弁理士 吉田 茂明 (外 2 名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 基板処理装置

(57) 【要約】

【課題】 乾燥用の処理ガスの消費を抑えつつウォーターマークの発生を防止することができる基板処理装置を提供する。

【解決手段】 洗浄処理後の純水が付着した基板に対向するように雰囲気遮断板を配置した状態で、基板に乾燥用の処理ガスを供給しつつ基板を回転させて乾燥する基板処理装置において、基板を短時間高速回転させた後に基板の回転速度を低速回転に変更する。また、少なくとも基板が低速回転している間、低速回転時に必要な量の処理ガスを基板に供給する。これにより、高速回転時においてウォーターマークが発生する前に大部分の純水が基板から取り除かれ、その後の低速回転時では処理ガスの供給により基板の表面への大気の巻き込みが防止されてウォーターマークの発生が妨げられる。その結果、処理ガスの消費量を低速回転時に必要な量に抑えつつウォーターマークの発生を防止することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に付着した液を除去する基板処理装置であって、
基板を保持する保持台と、
前記保持台を回転させることにより保持される基板を回転させる回転駆動源と、
前記保持台に保持される基板の一の主面に対向して配置される雰囲気遮断板と、
前記一の主面に向けてガスを供給するガス供給手段と、
前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後に前記保持台の回転速度が減少するように前記回転駆動源を制御する回転制御手段と、
少なくとも前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後において、前記ガスを基板に供給するように前記ガス供給手段を制御するガス供給制御手段と、を備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の基板処理装置であって、
前記回転制御手段が、基板に付着した液を飛散させる第 1 の回転速度から相対的に低速な第 2 の回転速度に前記保持台の回転速度を変更することを特徴とする基板処理装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の基板処理装置であって、
前記回転制御手段が、前記保持台の回転速度を連続的に減少させることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 4】 基板に付着した液を除去する基板処理装置であって、
基板を保持する保持台と、
前記保持台を回転させることにより保持される基板を回転させる回転駆動源と、
前記保持台に保持される基板の一の主面に対向して配置される雰囲気遮断板と、
前記一の主面に向けてガスを供給するガス供給手段と、
前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後に前記保持台の回転を停止するように前記回転駆動源を制御する回転制御手段と、
少なくとも前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後において、前記ガスを基板に供給するように前記ガス供給手段を制御するガス供給制御手段と、を備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の基板処理装置であって、
前記ガスが加熱された窒素ガスと有機溶剤蒸気との混合ガスであって、前記有機溶剤蒸気の濃度は、基板と同温度における飽和蒸気圧での濃度を下回る濃度であることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の基板処理装置であって、
前記保持台の回転に合わせて前記雰囲気遮断板を回転さ

せる手段、をさらに備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の基板処理装置であって、
前記保持台から保持される基板の他の主面に向けて前記ガスを供給する手段、をさらに備えることを特徴とする基板処理装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の基板処理装置であって、
前記ガス供給制御手段が、前記保持台の回転速度に応じて基板に供給される前記ガスの流量を変更することを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体装置製造用の半導体基板、液晶表示器用のガラス基板、フォトリソマスク用のガラス基板等の微細パターン形成用の基板（以下、「基板」という。）に処理（例えば、基板洗浄後の乾燥処理）を施す基板処理装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来より、純水にて洗浄された基板を乾燥する方法として基板を回転させることにより基板に付着した純水を除去するという方法がある。図 1 0 はこのような乾燥方法を採用する基板処理装置 9 0 0 の構成を示す縦断面図である。

【 0 0 0 3 】基板処理装置 9 0 0 では、乾燥される基板 9 は保持台 9 0 1 上にピンにて水平姿勢（基板 9 の主面の法線が鉛直方向を向く姿勢）で保持され、この保持台 9 0 1 は矢印 9 0 1 R にて示すように鉛直方向を向く軸を中心として回転する。保持台 9 0 1 が回転すると基板 9 は水平姿勢のまま回転し、基板 9 に付着している純水が基板 9 の周囲へと飛散する。これにより基板 9 から純水が除去されて基板 9 の乾燥が行われる。なお、飛散した液滴は基板 9 の側方周囲に設けられたカップ 9 0 2 に受け止められて回収される。

【 0 0 0 4 】また、このような基板処理装置では基板 9 の上側の主面に対向する位置に雰囲気遮断板 9 0 3 が設けられる。雰囲気遮断板 9 0 3 にはガス供給管 9 0 4 が接続されており、雰囲気遮断板 9 0 3 から基板 9 の上面に向けて矢印 9 0 4 F にて示すように処理ガス（窒素ガス（N₂）や窒素ガスと IPA（イソプロピルアルコール）蒸気との混合ガス等）が供給される。このような構成により、基板 9 が配置されるカップ 9 0 2 内部の雰囲気をカップ 9 0 2 外の大気と隔離するとともに、基板 9 の上面側の雰囲気を処理ガスの雰囲気に維持するようにしている。

【 0 0 0 5 】基板 9 の上面側の雰囲気を処理ガスの雰囲気に維持するのは、基板 9 の表面にウォーターマークが発生するのを防止するためである。ウォーターマークとは基板 9 上に付着している液滴が乾燥する際に基板 9 と

大気中の酸素 (O_2) とが反応して生じる模様である。例えば、シリコン (Si) 基板の場合では図 11 に示すように純水の液滴とシリコン基板との境界に大気中の酸素が作用して生じる二酸化ケイ素 (SiO_2) の模様がウォーターマークとなる。

【0006】ウォーターマークが発生すると、基板 9 上に形成されている微細パターン¹の質が低下してしまったり、パーティクルが発生してしまう。そこで、従来より図 10 に示す構成により基板 9 上の雰囲気²を無酸素の雰囲気³に維持している。

【0007】なお、以下の説明におけるウォーターマークは、純水より生じる模様に限定されるものではなく、他の種類の液の乾燥の際に生じる模様も含む用語として用いる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来より基板 9 を乾燥させる際には 1500~3000rpm 程度の高速で基板 9 を回転させている。このような高速で基板 9 を回転させると基板 9 の周辺では大きく気流が乱れ、基板 9 に処理ガスを供給してもカップ 902 と雰囲気遮断板 903 との間の隙間からカップ 902 外の大気が図 10 中矢印 908F にて示すようにカップ 902 内へと巻き込まれてしまう。その結果、大気が基板 9 の上面へと進入して基板 9 の周囲の処理ガス雰囲気に酸素が混入し、基板 9 にウォーターマークが発生しやすくなってしま⁴う。

【0009】もちろん、基板 9 に供給する処理ガスの流量を増大させる (例えば、数百リットル/分の流量を数千リットル/分に増大させる) ことでこの問題を解決する方法も考えられなくはないが、純度の高い窒素ガス等を多量に消費することはコスト的に実現困難である。また、近年、基板 9 の裏面 (図 10 における下面) の洗浄についてもその必要性が認められつつあるが、この場合には乾燥において基板 9 の上下両面に処理ガスを供給する必要があり、さらに多量の処理ガスが必要となることからなおさらその実現は不可能となる。

【0010】そこで、この発明は基板周囲の雰囲気を維持する処理ガスの消費を抑えつつ、ウォーターマークの発生を防止することができる基板処理装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明は、基板に付着した液を除去する基板処理装置であって、基板を保持する保持台と、前記保持台を回転させることにより保持される基板を回転させる回転駆動源と、前記保持台に保持される基板の一の主面に対向して配置される雰囲気遮断板と、前記一の主面に向けてガスを供給するガス供給手段と、前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後に前記保持台の回転速度が減少するように前記回転駆動源を制御する回転制御手段と、少なくとも

も前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後において、前記ガスを基板に供給するように前記ガス供給手段を制御するガス供給制御手段とを備える。

【0012】請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の基板処理装置であって、前記回転制御手段が、基板に付着した液を飛散させる第 1 の回転速度から相対的に低速な第 2 の回転速度に前記保持台の回転速度を変更する。

【0013】請求項 3 の発明は、請求項 1 に記載の基板処理装置であって、前記回転制御手段が、前記保持台の回転速度を連続的に減少させる。

【0014】請求項 4 の発明は、基板に付着した液を除去する基板処理装置であって、基板を保持する保持台と、前記保持台を回転させることにより保持される基板を回転させる回転駆動源と、前記保持台に保持される基板の一の主面に対向して配置される雰囲気遮断板と、前記一の主面に向けてガスを供給するガス供給手段と、前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後に前記保持台の回転を停止するように前記回転駆動源を制御する回転制御手段と、少なくとも前記保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後において、前記ガスを基板に供給するように前記ガス供給手段を制御するガス供給制御手段とを備える。

【0015】請求項 5 の発明は、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の基板処理装置であって、前記ガスが加熱された窒素ガスと有機溶剤蒸気との混合ガスであって、前記有機溶剤蒸気の濃度は、基板と同温度における飽和蒸気圧での濃度を下回る濃度である。

【0016】請求項 6 の発明は、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の基板処理装置であって、前記保持台の回転に合わせて前記雰囲気遮断板を回転させる手段をさらに備える。

【0017】請求項 7 の発明は、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の基板処理装置であって、前記保持台から保持される基板の他の主面に向けて前記ガスを供給する手段をさらに備える。

【0018】請求項 8 の発明は、請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の基板処理装置であって、前記ガス供給制御手段が、前記保持台の回転速度に応じて基板に供給される前記ガスの流量を変更する。

【0019】

【発明の実施の形態】< 1. 第 1 の実施の形態 > 図 1 はこの発明の第 1 の実施の形態である基板処理装置 100 の機械的構成を示す図であり、図 2 は基板処理装置 100 の制御系の構成を示すブロック図である。また、図 3 は図 2 に示す制御系による基板処理装置 100 の動作を示すタイムチャートである。

【0020】図 1 に示すように、基板処理装置 100 は基板 9 を保持する保持台 121、保持台 121 を回転させる駆動源であるモータ 131、保持台 121 の側方周囲を取り囲むカップ 104、保持台 121 の上方にて保

持台121と対向して配置される雰囲気遮断板151、雰囲気遮断板151の中央より保持台121に保持される基板9に向けて純水を供給する純水供給部161、および雰囲気遮断板151の中央より基板9に向けて加熱された窒素ガスとIPA蒸気との混合ガスである処理ガスを供給するガス供給部171を有している。

【0021】また、図2に示すように、基板処理装置100の動作を制御する制御部108にはモータ131の回転を制御するモータ制御部132、純水供給部161による純水供給量を制御する純水供給制御部162、およびガス供給部171による処理ガスの供給量および処理ガス中のIPA蒸気の濃度等を制御するガス供給制御部172が設けられており、モータ制御部132、純水供給制御部162およびガス供給制御部172はそれぞれモータ131、純水供給部161およびガス供給部171に接続されている。

【0022】次に、基板処理装置100の各部の役割について説明する。

【0023】保持台121上には3つのピン122が設けられており、基板9は3つのピン122と基板9の外縁部とが係合することで水平姿勢にて保持される。保持台121の下面中央には上下方向を向く回転軸123が接続されており、回転軸123の下部の他端はモータ131の回転軸に接続されている。

【0024】このような構成により、モータ131がモータ制御部132から制御信号を受けて回転すると、基板9が水平姿勢の状態で保持台121とともに水平面内にて回転する。すなわち、基板処理装置100では基板9はほぼ中心を通る主面に垂直な軸を中心軸として回転する。

【0025】基板9の一の主面である上面に対向する雰囲気遮断板151は回転する基板9の上面を常に覆う程度の大きさであり、雰囲気遮断板151は上部に接続された支持軸152に支持されるようにして固定配置される。

【0026】支持軸152は中空管となっており、その内部には内側チューブ161aおよび外側チューブ171aよりなる2重構造チューブが挿入されている。そして、2重構造チューブの端部は雰囲気遮断板151のほぼ中央、すなわち基板9のほぼ回転中心の軸に沿って雰囲気遮断板151の下面に露出している。

【0027】内側チューブ161aは純水供給部161に接続されており、純水供給部161から供給される純水が内側チューブ161aを介して基板9の上面のおよそ中央に供給される。純水が基板9に供給される際には基板9が保持台121とともに回転し、供給された純水が基板9の上面に沿って外周方向へと流れて基板9に対する洗浄処理が行われる。なお、基板9の外縁部から飛散する洗浄に使われた純水は基板9の周囲を覆うカップ104に受け止められて回収される。

【0028】一方、外側チューブ171aはガス供給部171に接続されており、外側チューブ171aと内側チューブ161aとの間の空間に処理ガスが供給される。これにより、雰囲気遮断板151の下面のほぼ中央から基板9の上面へと処理ガスを供給することができるようになっている。

【0029】また、雰囲気遮断板151には雰囲気遮断板151の温度を測定するための熱電対が温度計154として取り付けられている。温度計154により測定される温度は基板9の温度に等しいものとみなされて図2に示すガス供給制御部172に伝達される。温度計154からの温度はガス供給制御部172において処理ガス中のIPA蒸気の濃度制御に利用される。

【0030】以上説明してきたように、この基板処理装置100では基板9に対して純水を供給することができるようになっており、後述する乾燥処理のみならず、基板9の純水洗浄も行うことができる装置となっている。なお、基板処理装置100にはさらに薬液を供給する等の他の構成が設けられていてもよく、この場合には基板処理装置100は薬液等による処理、洗浄処理、および洗浄処理後の乾燥処理を行う装置となる。例えば、現像液を供給して基板表面のフォトリソ膜を現像するスピンドロップ、その他、酸やアルカリ等のように化学的な影響を与える薬液を基板に供給したり、高圧に加圧された液を基板に供給したり、ブラシで基板表面を摺接したり、超音波振動する液を基板表面に供給する等の処理を施す各種回転式基板処理装置等に図1に示す構成が設けられた装置となってもよい。

【0031】次に、基板処理装置100による純水洗浄後の乾燥処理における処理ガスの供給動作および基板9の回転動作について説明する。

【0032】図3は基板処理装置100の動作を示すタイムチャートである。図3中符号P1にて示す工程は洗浄工程の一部を示し、符号P2にて示す工程は純水洗浄後の乾燥工程を示している。なお、これらの動作は図2に示した制御部108内のモータ制御部132、純水供給制御部162およびガス供給制御部172により実行される。

【0033】洗浄工程では純水供給部161から純水が基板9に供給されるとともに、基板9が500rpm程度の低速で回転される。これにより、基板9の上面のほぼ中央（すなわち、回転中心）に供給された純水は基板9の上面を外周方向へと流れ、基板9に対する洗浄が行われる。

【0034】洗浄処理が完了すると（図3中に示す時刻TM1）、純水の供給動作を停止するとともに基板9を1500～3000rpm程度の高速で2～3秒回転する。これにより、基板9に付着している純水の大部分が遠心力により振り飛ばされて素早く取り除かれる。なお、この高速回転により大部分の純水が基板9から取り

除かれるが、基板 9 の表面に存在する微小なホールや基板 9 の表面に形成されたステップ（段差）には依然、微小な水滴が残存している状態となる。

【0035】また、洗浄処理の完了と同時に（時刻 TM 1）にガス供給部 1 7 1 より基板 9 の上面に処理ガスが 1 0 0 リットル／分程度で供給される。

【0036】基板 9 の 2 ～ 3 秒の高速回転が行われると（図 3 中に示す時刻 TM 1 ～ TM 2）、基板 9 に付着している純水は微小な水滴のみの状態となる。その後、基板 9 の回転速度は 1 0 0 ～ 5 0 0 rpm 程度の低速に再び戻され、この状態で基板 9 は 2 0 ～ 3 0 秒回転される。また、この間、ガス供給部 1 7 1 からは処理ガスが基板 9 に供給され続ける。

【0037】以上の工程が完了すると（図 3 中に示す時刻 TM 3）、基板 9 に対する乾燥処理は終了し、基板 9 の回転動作を停止するとともにガス供給動作も停止する。

【0038】次に、図 3 に示した乾燥処理の動作における基板処理装置 1 0 0 の状態および基板 9 の乾燥の進行の様子について説明する。

【0039】まず、時刻 TM 1 ～ TM 2 における基板 9 を高速に回転させる工程では、基板 9 に付着している純水の大部分が基板 9 から飛散するようにして取り除かれる。このとき、基板 9 へは処理ガスが 1 0 0 リットル／分の量で供給されているが、この供給量は基板 9 の上面の雰囲気処理ガスの雰囲気に維持するには十分な量とはいえない量となっている。すなわち、基板 9 や保持台 1 2 1 の高速な回転によりカップ 1 0 4 と雰囲気遮断板 1 5 1 との間の隙間 G からカップ 1 0 4 や雰囲気遮断板 1 5 1 の外部に存在する大気が基板 9 や保持台 1 2 1 の回転に巻き込まれるようにしてカップ 1 0 4 内部へと進入する。

【0040】このように、基板 9 を高速で回転した場合には基板 9 の上面の雰囲気は十分な処理ガスの雰囲気に維持されないが、高速回転が行われる時間は 2 ～ 3 秒と短いために基板 9 と酸素とが純水を介して反応してしまうことはなくウォーターマークが発生することはない。

【0041】基板 9 に付着した純水の大部分を除去し終わると、すなわち時刻 TM 2 からは基板 9 の回転速度は減少し、高速回転に対して相対的に低速な低速回転に変更される。低速回転している基板 9 や保持台 1 2 1 は周囲の気流を巻き込む作用が高速回転時と比べて低いため、1 0 0 リットル／分の処理ガスを供給するだけでカップ 1 0 4 外部の大気が基板 9 の上面に進入することを防止することができる。これにより、基板 9 の上面の雰囲気を処理ガスの雰囲気に十分に維持することができる。

【0042】このような低速回転および処理ガスの供給を 2 0 ～ 3 0 秒（時刻 TM 2 ～ TM 3 の間）継続するこ

とにより、基板 9 上の微小なホールやステップに残存している微小な水滴が乾燥される。もちろん、水滴の周りには酸素が存在しない処理ガスの雰囲気であるため、微小な水滴が乾燥する際にウォーターマークが発生することはない。

【0043】図 4 は基板処理装置 1 0 0 の乾燥処理の際の処理ガスの供給動作および基板 9 の回転動作の他の形態を説明するためのタイムチャートである。なお、図 4 中に示す時刻 TM 1 ないし TM 3 は図 3 に示すものに対応している。

【0044】図 4 に示す乾燥動作では図 3 に示した乾燥動作と同様に、時刻 TM 1 において洗浄処理が完了すると基板 9 を 1 5 0 0 ～ 3 0 0 0 rpm にて 2 ～ 3 秒の間高速に回転するが、このとき処理ガスの供給は行われない。そして、高速回転動作による基板 9 からの純水の飛散後に基板 9 の回転を停止するとともに 1 0 0 リットル／分の流量で処理ガスの供給を 2 0 ～ 3 0 秒行う（時刻 TM 2 ～ TM 3）。

【0045】既述のように、高速回転を行っている 2 ～ 3 秒という時間はウォーターマークが発生するために要する時間に比べて短く、この間の基板 9 の上面の雰囲気に酸素が含まれていても基板 9 にウォーターマークが発生することはない。したがって、図 4 に示すように基板 9 の高速回転中に処理ガスの供給を停止することは問題とならない。すなわち、処理ガスの供給の開始は時刻 TM 2 以前（乾燥処理は時刻 TM 1 から開始されるので実質的には時刻 TM 1 ～ TM 2）であればいつでもよく、例えば、処理ガスの供給開始から 2 秒程度でガス供給の量、温度、成分等が安定するのであるならば図 3 に示すように時刻 TM 1 からガス供給動作を行えばよく、ガス供給開始とほぼ同時に安定して処理ガスを供給することができるのであるならば図 4 に示すように時刻 TM 2 からガス供給動作を行うようにすればよい。言い換えるならば、少なくとも純水が高速回転により除去された後においてガスの供給が行われるようになっていればよい。

【0046】高速回転による基板 9 上の大部分の純水の除去が完了すると（時刻 TM 2）、図 4 に示す乾燥動作では基板 9 の回転動作が停止する。乾燥動作における基板 9 の回転は専ら純水を基板 9 から飛散させるために行われる動作であり、基板 9 上のホールやステップに残存する微小な水滴を除去するためには必ずしも基板 9 の回転動作が必要ではないからである。また、基板 9 の回転動作を停止することにより基板 9 や保持台 1 2 1 の回転による周囲の気流の巻き込みが生じず、基板 9 の上面の雰囲気を処理ガスの雰囲気に容易に維持することが可能となる。

【0047】このように、図 4 に示す乾燥動作は図 3 に示す乾燥動作における基板 9 の回転動作および処理ガスの供給動作をさらに効率的な動作にしたものとなっている。

【0048】次に、ガス供給制御部172による処理ガス中のIPA蒸気の濃度制御の方法について説明する。

【0049】図5は、ガス供給部171の構成およびガス供給制御部172を中心とする各構成の接続関係を示す図である。ガス供給部171は、液状のIPAを蒸発させる蒸発槽201、第1ないし第3の配管211～213、第1ないし第4の温度センサ221～224、第1ないし第4の温度制御部231～234、第1ないし第4のヒータ241～244、濃度検出センサ251、第1および第2のマスフローコントローラ261、262、並びにオペレータからの入力を受け付ける入力部207を備える。なお、以下の説明では、第1ないし第4の温度制御部231～234は、第1ないし第4のTC (Temperature Controller) 231～234と称し、第1および第2のマスフローコントローラ261、262は、第1および第2のMFC (Mass Flow Controller) 261、262と称することとする。また、基板処理装置100の外部には、窒素供給源8が設置される。次に、IPA蒸気の濃度制御に係る各部をより具体的に説明する。

【0050】まず、窒素供給源8は窒素ガスを内部に貯留している。この窒素ガスは、典型的な基板処理工程では、配管をウォームアップしたりする等様々な用途に用いられるが、基板処理装置100では、主としてキャリアガスとして用いられる。また、この窒素供給源8は第1の配管211の一方端と接続されており、外部から加圧されることにより内部に貯留している窒素ガスを第1の配管211に送出する。

【0051】第1の配管211は、まず、窒素供給源8から送り込まれた窒素ガスを2分岐する。2分岐された一方の窒素ガスは第3の配管213（後述）によって導かれる。他方の窒素ガスはそのまま第1の配管211によって導かれ、第1の配管211の他方端に接続されている蒸発槽201（後述）に供給される。この第1の配管211には第1のMFC261が介設される。第1のMFC261は、後述するようなガス供給制御部172の制御下で、内部のコントロールバルブ261aを制御し、第1の配管211に導かれる窒素ガスの流量を所定流量 Q_{NFC1} に調節する。また、第1の配管211の他方端近傍には、後述するような第1のTC231の制御下で、第1の配管211内を導かれる窒素ガスを加熱する第1のヒータ241が設置されている。

【0052】蒸発槽201には、液状のIPAまたはその他の処理液が予め貯留されており、さらに、後述するような第2のTC232の制御下で、液状IPAを加熱する第2のヒータ242が設けられている。さらに、蒸発槽201には、液状IPAの実際の温度を測定して、その測定結果を T_{DET1} として第2のTC232に出力する第4の温度センサ224が設けられている。第2のヒータ242による加熱の結果、蒸発槽201内では液状

IPAが蒸発する。また、この蒸発槽201には、第1の配管211を通じて窒素ガス（流量 Q_{NFC1} ）が供給される。その結果、蒸発槽201内では、IPAの蒸気と窒素ガスとの混合ガスが濃度未調整の処理ガスとして生成される。さらに、この蒸発槽201は、第2の配管212の一方端と接続されており、内部で生成した濃度未調整の処理ガスを第2の配管212に送出する。この第2の配管212に送出される処理ガスの流量は、IPAの蒸気の流量を Q_{IPA} とすると、 $Q_{NFC1} + Q_{IPA}$ となる。

【0053】上述したように、第3の配管213はその一方端が第1の配管211と接続されており、2分岐された一方の窒素ガスを導く。この第3の配管213の他方端は第2の配管212と接続される。この第3の配管213には第2のMFC262が介設される。第2のMFC262は、後述するようなガス供給制御部172の制御下で、内部のコントロールバルブ262aを制御し、第3の配管213に導かれる窒素ガスの流量を所定流量 Q_{NFC2} に調節する。また、第3の配管213の他方端近傍には、後述するような第3のTC233の制御下で、第3の配管213内を導かれる窒素ガスを加熱する第3のヒータ243が設置されている。

【0054】第2の配管212は、その他方端が雰囲気遮断板151を貫通する外側チューブ171aに接続されており、外側チューブ171aから吐出されるべき処理ガスを導く。まず、この第2の配管212の一方端近傍（蒸発槽201の近傍）には、蒸発槽201から送出された直後の未調整の処理ガスが有する実際の温度を測定して、その測定結果を T_{DET1} として第1および第2のTC231、232に出力する第1の温度センサ221が設置される。この T_{DET1} は、第1および第2のTC231、232が第1および第2のヒータ241、242の温度を制御する時に用いられる。さらに、この第2の配管212の一方端近傍には第3の配管213が接続される。この接続位置において蒸発槽201から送出された処理ガスは、第3の配管213によって導かれてくる窒素ガスによって希釈され、希釈された処理ガスの流量（以下、総流量と称す）は、 $Q_{NFC1} + Q_{NFC2} + Q_{IPA} = Q_{TOTAL}$ となる。ところで、蒸発槽201から送出された直後の処理ガスは、飽和蒸気であり結露しやすいが、第3の配管213を導かれてくる窒素ガスにより希釈されることにより、処理ガスに含まれるIPA蒸気は結露しにくくなる。なお、IPA蒸気の結露を防止するという観点からは、第3の配管213は、可能な限り蒸発槽201に近い箇所第2の配管212と接続されることが好ましい。

【0055】また、第2および第3の配管212、213の接続位置の近傍には、接続位置で希釈された処理ガスが有する実際の温度を測定し、その測定結果を T_{DET2} として第3のTC233に出力する第2の温度センサ222が設置される。この T_{DET2} は、第3のTC233が

第3のヒータ243の温度を制御する時に用いられる。また、第2の配管212の他方端近傍（雰囲気遮断板151側）には、希釈された処理ガス内に含まれるIPA蒸気の実際の濃度を測定して、その測定結果を C_{DET} としてガス供給制御部172に出力する濃度検出センサ251が介設される。この C_{DET} は、ガス供給制御部172が第1および第2のMFC261、262の流量を制御する時に用いられる。この濃度検出センサ251は、典型的には光学式または燃焼式のものが用いられる。また、第2の配管212の他方端近傍には、後述するよう

10

な第4のTC234の制御下で、希釈された処理ガスを加熱する第4のヒータ244と、第4のヒータ244により加熱された処理ガスが有する実際の温度を測定して、その測定結果を T_{DET3} として第4のTC234に出力する第3の温度センサ223とが設置される。この T_{DET3} は、第4のTC234が第4のヒータ244を制御する時に用いられる。

20

【0056】この第2の配管212を導かれる希釈された処理ガスは、最終的に雰囲気遮断板151から基板9へと吐出され、上述の乾燥処理の際の濃度調整された処理ガスとして用いられる。

【0057】次に、ガス供給制御部172について説明する。ガス供給制御部172には、図6に示すように、CPU301と、ROM302と、RAM303と、インターフェイス部304とが通信可能に接続される。CPU301は、後述するようにして基板処理装置100の動作を統括的に制御する。ROM302には、基板処理装置100の動作のための制御プログラム321が格納されている。RAM303は、CPU301の動作のための作業領域として用いられる。インターフェイス部304は、ガス供給制御部172の外部の第1ないし第4のTC231～234、濃度検出センサ251、第1および第2のMFC261、262並びに入力部207と通信可能に接続される。入力部207はディスプレイやキーボード等を含んでおり、これによって、基板処理装置100の制御の目標値となる目標パラメータがオペレータによって設定される。

30

【0058】以上のように構成されるガス供給部171およびガス供給制御部172による濃度制御等の動作を以下に説明する。なお、以下の説明では、ガス供給制御部172は、内部のCPU301がROM302内に予め格納される制御プログラム321に従って、RAM303を作業領域として用いて動作することを予め指摘しておく。

40

【0059】まず最初に、CPU301は、制御プログラム321に含まれており、上述の目標パラメータを設定するための処理プログラム（いわゆる、レシピ）を起動し、目標パラメータ設定のための画面を入力部207のディスプレイに表示する。この表示にตอบสนองして、オペレータは入力部207のディスプレイ上に上述の画面が

50

表示されると、各種目標パラメータを設定しなければならないが、本実施の形態に特に必要とされるものは、外側チューブ171a（外側チューブ171aと内側チューブ161aとの間の隙間、以下同様）から吐出される処理ガスの総流量 Q_{total} 、外側チューブ171aから吐出される処理ガスの温度 T_{gas} および処理ガス内に含まれるIPA蒸気の濃度 C_{IPA} である。基板処理装置100は、基板9に供給する処理ガスの濃度および温度を、3個の目標パラメータ Q_{total} 、 T_{gas} および C_{IPA} に基づいて調節することにより、基板9に対してオペレータの希望通りの処理を実行する。CPU301は、オペレータにより設定された3個の目標パラメータを、入力部207よりインターフェイス部304を介して受け取った後、RAM303に格納する。その後、基板処理装置100による洗浄工程および乾燥工程が開始される。これらの処理の工程は既述の通りであるが、乾燥工程における処理ガス中のIPA蒸気の濃度制御を中心に以下説明する。

【0060】乾燥工程が開始される前の予備的な工程として、あるいは乾燥工程の最初の段階の予備的な工程としてガス供給制御部172のCPU301は制御プログラム321に従ってスタンバイ工程を実行する。まず、CPU301は、制御プログラム321に予め設定されている一定の温度 T_0 を、インターフェイス部304を介して、第1ないし第3のTC231～233に通知する。この一定温度 T_0 は、蒸発槽201内に貯留されている液状のIPAの飽和蒸気圧に関連して、適当な温度に選ばれる（例えば、66℃程度）。つまり、一定温度 T_0 が相対的に低い値であるとその飽和蒸気圧も低くなり、乾燥工程において蒸発槽201内で生成されるIPA蒸気の流量を確保しにくくなる。その結果、オペレータにより設定される処理ガスの総流量 Q_{total} およびそれに含まれるIPA蒸気の濃度 C_{IPA} が確保しにくくなるという問題点が発生する。そのため、一定温度 T_0 は、好ましくは、このような問題点が発生しないような適当な温度に選ばれる。なお、本実施の形態は説明の簡素化の観点から、制御プログラム321にこの一定温度 T_0 が予め設定されているとして説明するが、この一定温度 T_0 はオペレータにより入力部207を通じて設定されるように基板処理装置100を構成してもよい。

【0061】第1ないし第3のTC231～233は、CPU301により通知された一定温度 T_0 を内部に保持するとともに、第1ないし第3のヒータ241～243の加熱温度を一定温度 T_0 に調節する。これによって、第1のヒータ241は第1の配管211を一定温度 T_0 で加熱し始め、第2のヒータ242は蒸発槽201内の液状IPAを一定温度 T_0 で加熱し始め、第3のヒータ243は第3の配管213を一定温度 T_0 で加熱し始める。このような加熱は乾燥工程の間中ずっと行われる。

【0062】スタンバイ工程では、制御プログラム321に予め設定されている微小流量 Q_0 （例えば、10[l/min]）の窒素ガスが、第3の配管213および第2の配管212内に導かれる。この微小流量 Q_0 の窒素ガスは、第3のヒータ243によって加熱されるので、第2の配管212は加熱される。これによって、乾燥工程でIPA蒸気を含む処理ガスが第2の配管212内を導かれてもIPA蒸気が結露しにくくなる。なお、このスタンバイ工程ではIPA蒸気が必要とされないの、微小流量の窒素ガスは第1の配管211に導かれな

【0063】図4に示した乾燥動作の例の場合、スタンバイ工程が継続している間に並行して保持台121側では基板9を高速に回転して基板9に付着している純水が取り除かれる（図4に示す時刻TM1～TM2）。なお、スタンバイ工程は乾燥処理に先立って行われる洗浄処理の工程中に行われてもよい。また、基板9を1枚ずつ連続して処理する場合にはスタンバイ工程は装置の立ち上げ時にのみ行われてもよい。

【0064】スタンバイ工程が完了し、かつ基板9の高速回転が2～3秒行われると、以下に説明するIPA蒸気の濃度が調整された処理ガスが基板9に吐出される

（図4に示す時刻TM2～TM3）。処理ガス内に含まれるIPAは基板9表面上に残溜する純水の液滴と置換された後、蒸発する。その結果、表面に液滴を残すことなく基板9は十分に乾燥する。このようにして、基板処理装置100では乾燥工程が行われる。

【0065】次に、処理ガス中のIPA蒸気の濃度制御について詳説する。

【0066】前述したように、ガス供給制御部172のRAM303（作業領域）には、予め総流量 Q_{total} 、温度 T_0 および濃度 C_{IPA} が格納されている。ガス供給制御部172のCPU301は、乾燥工程に必要な処理ガスを生成する場合、まず最初に処理ガス内に含まれるIPA蒸気の濃度を初期設定するために、第1の配管211に導かれる窒素ガスの流量 Q_{MFC1} 、および第3の配管213に導かれる窒素ガスの流量 Q_{MFC2} を制御プログラム321に従って決定する。そのため、CPU301は、現在RAM303に格納されている総流量 Q_{total} と濃度 C_{IPA} とをかけ算して、今回基板9に供給する処理ガス内に含まれていなければならないIPA蒸気の流量 Q_{IPA} を求める。例えば、オペレータが前述したレシピに従って、 Q_{total} を100[l/min]と、また濃度 C_{IPA} を5%と設定したと仮定する。この仮定に従えば、流量 Q_{IPA} は5[l/min]となる。

【0067】オペレータによる濃度 C_{IPA} の設定は図5に示したガス供給部171の補助を受けて行われてもよい。図5に示すようにガス供給制御部172には温度計154により測定された雰囲気遮断板151の温度が入力される。雰囲気遮断板151と基板9とは互いに近接しているため、基板9の温度 T_0 と雰囲気遮断板151

の温度との間には大きな差異はない。そこで、このガス供給制御部172が後述するテーブル322（図7）を参照して温度計からの温度においてIPA蒸気が飽和蒸気圧となる濃度（以下、「飽和濃度」という。）を求めてディスプレイに表示する。ここで、例えば温度25℃の場合のIPA蒸気の飽和濃度は5.85%であるため、オペレータは5.85%を下回る値である5%を入力する。これにより、IPA蒸気の濃度5%の処理ガスが基板9に吐出されても、IPA蒸気が基板9の表面で結露することを防止することができる。その結果、適正な乾燥処理を行うことができる。

【0068】ところで、前述したように、蒸発槽201内の液状IPAは一定温度 T_0 （本実施の形態では、66℃になるように加熱されている。IPA蒸気の飽和蒸気圧は、温度に対して一義的な値を有している。今、この一定温度 T_0 下における飽和蒸気圧となるIPA蒸気の飽和濃度を X_0 %とする。また、IPA蒸気の飽和濃度は、今回必要なIPAの流量 Q_{IPA} と、蒸発槽201内から送出された処理ガスの流量（ $Q_{MFC1} + Q_{IPA}$ ）との比で表せるので数1が成立し、 Q_{MFC1} は数2により求まる。

【0069】

【数1】

$$X_0 = Q_{IPA} / (Q_{MFC1} + Q_{IPA})$$

【0070】

【数2】

$$Q_{MFC1} = Q_{IPA} \times (1 - X_0) / X_0$$

【0071】ここで、IPA蒸気の飽和濃度 X_0 は、既知の物理量であり、本実施の形態では、制御プログラム321は、図6に示すように、温度 T_0 に対する飽和濃度 X_0 の値が予め記載されたテーブル322（図7参照）を予め含んでいる。今、このテーブル322に記載されているように（図7参照）、飽和濃度 X_0 は、温度 $T_0 = 66^\circ\text{C}$ では50%であると仮定する。なお、ここで、この飽和濃度 X_0 は正しい値ではなく、説明の簡素化の観点から、このような値を仮定していることを注釈しておく。この仮定に従えば、上式数2より、 Q_{MFC1} は5[l/min]となる。

【0072】また、蒸発槽201から送出される処理ガス（流量 $Q_{MFC1} + Q_{IPA}$ ）は、第2の配管212および第3の配管213の接続位置において、第3の配管213により導かれる窒素ガス（流量 Q_{MFC2} ）により希釈される。故に、最終的に基板9に供給される処理ガスの総流量 Q_{total} は数3で表されるため、 Q_{MFC2} は数4より求まる。

【0073】

【数3】

$$Q_{total} = Q_{MFC1} + Q_{MFC2} + Q_{IPA}$$

【0074】

【数4】

$$Q_{MFC2} = Q_{Total} - (Q_{MFC1} + Q_{IPA})$$

【 0 0 7 5 】 上述の仮定に従えば、上式数 4 より、 Q_{MFC2} は 9 0 [l/min] となる。

【 0 0 7 6 】 ガス供給制御部 1 7 2 の CPU 3 0 1 は、上述のようにして求めた流量 Q_{MFC1} (本実施の形態では 5 [l/min]) を、インターフェイス部 3 0 4 を介して第 1 の MFC 2 6 1 に通知し、また流量 Q_{MFC2} (本実施の形態では 9 0 [l/min]) をインターフェイス部 3 0 4 を介して第 2 の MFC 2 6 2 に通知する。第 1 および第 2 の MFC 2 6 1、2 6 2 は、通知された流量 Q_{MFC1} および Q_{MFC2} に従って、第 1 および第 3 の配管 2 1 1、2 1 3 内で流量 Q_{MFC1} および Q_{MFC2} が得られるように内部のコントロールバルブ 2 6 1 a、2 6 2 a を開く。

【 0 0 7 7 】 その後、窒素供給源 8 は、所定流量であって常温の窒素ガスを送出する。窒素供給源 8 から送出された窒素ガスは、直後に 2 分岐されて、第 1 および第 3 の配管 2 1 1、2 1 3 によって導かれる。まず、第 1 の配管 2 1 1 内を導かれる窒素ガスは、第 1 の MFC 2 6 1 によって流量 Q_{MFC1} に制御され、さらに第 1 のヒータ 2 4 1 により一定温度 T_0 になるように加熱された後に、蒸発槽 2 0 1 に導入される。蒸発槽 2 0 1 内には、前述したように IPA 蒸気が発生している。IPA 蒸気を生成している蒸発槽 2 0 1 内に窒素ガス (キャリアガス) が導入されると、処理ガスつまり IPA 蒸気と窒素ガスとの混合ガスが生成される。この生成された処理ガスは、蒸発槽 2 0 1 から第 2 の配管 2 1 2 に送出される。一方、第 3 の配管 2 1 3 内を導かれる窒素ガスは、第 2 の MFC 2 6 2 によって流量 Q_{MFC2} に制御され、さらに第 3 のヒータ 2 4 3 により一定温度 T_0 になるように加熱された後に、第 2 の配管 2 1 2 に導入される。

【 0 0 7 8 】 よって、蒸発槽 2 0 1 から送出された処理ガスは、第 3 の配管 2 1 3 内を導かれてくる窒素ガスによって、第 2 の配管 2 1 2 と第 3 の配管 2 1 3 との接続位置で希釈され、その結果、希釈された処理ガスの流量は、 $(Q_{MFC1} + Q_{MFC2} + Q_{IPA}) = Q_{Total}$ となり、また、希釈された処理ガス内の IPA 蒸気の濃度は、上述からも明らかなように、 $Q_{IPA} / (Q_{MFC1} + Q_{MFC2} + Q_{IPA}) = C_{IPA}$ となる。この希釈された処理ガスは、第 2 の配管 2 1 2 内を導かれていき、やがて、第 4 のヒータ 2 4 4 により温度 T_{gas} に昇温された後に、外側チューブ 1 7 1 a から基板 9 に供給される。その結果、基板処理装置 1 0 0 内では、上述した乾燥工程が実行される。以上の説明からも明らかなように、基板 9 に供給される処理ガスの温度は T_{gas} であり、処理ガス内に含まれる IPA 蒸気の濃度は C_{IPA} であり、処理ガスの総流量は Q_{Total} である。これらはオペレータにより設定された目標パラメータそのものである。このように、基板処理装置 1 0 0 では、処理ガス内の IPA 蒸気の濃度は、総流量に対する第 1 および第 3 の配管 2 1 1、2 1 3 の流量の比率により決まり、従来のように蒸発槽内の液状 IPA

PA の温度では決まらない。このように、基板処理装置 1 0 0 は、熱容量が大きい液状 IPA の蒸発条件を変更することなく処理ガス内の IPA 蒸気の濃度を制御できるので、迅速にオペレータの希望通りに IPA 蒸気の濃度を制御することができる。

【 0 0 7 9 】 基板処理装置 1 0 0 では、処理ガスは上述のようにして生成され、外側チューブ 1 7 1 a から基板 9 に対して供給される。さらに、基板処理装置 1 0 0 は処理ガスを生成している間中ずっと、基板 9 に供給される処理ガス内に含まれる IPA 蒸気の濃度と、第 1 ないし第 4 のヒータ 2 4 1 ~ 2 4 4 の加熱温度とを、以下のようにして制御している。

【 0 0 8 0 】 まず、IPA 蒸気の濃度制御について説明する。前述したように、第 2 の配管 2 1 2 上には、濃度検出センサ 2 5 1 が設けられている。この濃度検出センサ 2 5 1 は、基板 9 に対して供給される処理ガス内に含まれる IPA 蒸気の濃度を常時測定しており、その測定結果を C_{DET} としてガス供給制御部 1 7 2 に出力する。ガス供給制御部 1 7 2 の CPU 3 0 1 (図 6 参照) は、インターフェイス部 3 0 4 を介して C_{DET} を受け取る。また、ガス供給制御部 1 7 2 の RAM 3 0 3 には、オペレータにより設定された今回必要な IPA 蒸気の濃度である C_{IPA} (目標値) が保持されている。CPU 3 0 1 は、目標値である C_{IPA} と実際の濃度 C_{DET} との間の偏差に基づいて、好ましくは PID (Proportional-plus-integral-plus-derivative) 動作を実行して、第 1 の MFC 2 6 1 の流量を微調整する。このように、第 1 の MFC 2 6 1 の流量は、濃度検出センサ 2 5 1 の測定結果 C_{DET} に基づいてフィードバック制御される。ここで、第 1 の MFC 2 6 1 の流量 Q_{MFC1} を微調整し、第 2 の MFC 2 6 2 の流量 Q_{MFC2} を微調整しない場合、基板 9 に供給される処理ガスの総流量 Q_{Total} は変化する。しかしながら、第 1 の MFC 2 6 1 の調整量は微小であるため、第 2 の MFC 2 6 2 の流量 Q_{MFC2} を微調整して、常時一定の総流量 Q_{Total} を得る必要性は少ない。ただし、一定の総流量 Q_{Total} を得ることができるよう、第 2 の MFC 2 6 2 の流量 Q_{MFC2} も微調整してもよい。

【 0 0 8 1 】 このように、基板処理装置 1 0 0 は IPA 蒸気の現在の濃度を直接測定し、その測定結果に基づいて少なくとも第 1 の MFC 2 6 1 の流量 Q_{MFC1} を微調整するためにフィードバック制御している。これによって、オペレータの希望通りの乾燥処理を基板 9 に対して施すことができる。

【 0 0 8 2 】 次に、第 1 のヒータ 2 4 1 の温度制御について説明する。前述したように、第 2 の配管 2 1 2 上には、第 1 の温度センサ 2 2 1 が設けられている。この第 1 の温度センサ 2 2 1 は、蒸発槽 2 0 1 から送出された直後の処理ガスが有する実際の温度を常時測定しており、その測定結果を T_{DET1} として第 1 の TC 2 3 1 に出力する。第 1 の TC 2 3 1 には、CPU 3 0 1 によって

通知された一定温度 T_0 が保持されている。第1のTC 231は、一定温度 T_0 と実際の温度 T_{DET1} との間の偏差に基づいて、好ましくはPID動作を実行して、第1のヒータ241の加熱温度を微調整するためのフィードバック制御を実行する。このように、第1の配管211を導かれる窒素ガスは、蒸発槽201から送出される処理ガスの温度が一定温度 T_0 になるように加熱されるため、処理ガスの温度によって決まるIPA蒸気の濃度もまた、オペレータの希望通りに一定濃度に制御できるようになる。そのため、基板処理装置100では、従来のような蒸発槽201に窒素ガスが導入されることによるIPA蒸気の濃度変化が起こりにくくなる。これによって、オペレータの希望通りの乾燥処理を基板9に対して施すことができる。

【0083】次に、第2のヒータ242の温度制御について説明する。上述した第1の温度センサ221は、 T_{DET1} を第2のTC232にも出力する。第2のTC232にも、前述したように一定温度 T_0 が保持されている。第2のTC232もまた、第1のTC231と同様に、好ましくはPID動作を実行して、第2のヒータ242の加熱温度を微調整するためのフィードバック制御を実行する。このように、蒸発槽201に貯留されている液状のIPAは、蒸発槽201から送出される処理ガスの温度が一定温度 T_0 になるように加熱されるため、処理ガスの温度によって決まるIPA蒸気の濃度もまた、オペレータの希望通りに一定濃度に制御できるようになる。これによって、オペレータの希望通りの乾燥処理を基板9に対して施すことができる。

【0084】次に、第3のヒータ243の温度制御について説明する。前述したように、第2の配管212には、第2の温度センサ222が設けられている。この第2の温度センサ222は、希釈された処理ガス（流量 Q_{dil1} ）の実際の温度を常時測定しており、その測定結果を T_{DET2} として第3のTC233に出力する。第3のTC233にも、前述したように一定温度 T_0 が保持されている。第3のTC233は、一定温度 T_0 と実際の温度 T_{DET2} との間の偏差に基づいて、好ましくは上述のPID動作を実行して、第3のヒータ243の加熱温度を微調整するためのフィードバック制御を実行する。このように、第3の配管213を導かれる窒素ガスは、希釈された処理ガスの温度が一定温度 T_0 になるように加熱されるため、希釈された処理ガスの温度低下を招かない。そのため、希釈された処理ガスの温度によって決まるIPA蒸気の濃度は、オペレータの希望通りに一定濃度に制御できるようになる。これによって、オペレータの希望通りの乾燥処理を基板9に対して施すことができる。

【0085】以上説明したように、基板処理装置100は蒸発槽201内に貯留されている液状IPAの温度に基づいて処理ガス内のIPA蒸気の濃度を制御するので

はなく、第2の配管212を導かれる処理ガス自体の濃度を測定し、この測定結果に基づいて、第1の配管211内を導かれる窒素ガスの流量を少なくとも微調整して処理ガス内のIPA蒸気の濃度を制御している。そのため、基板処理装置100は基板9に対してオペレータの希望通りの乾燥処理を施すことができる。また、IPA蒸気の濃度制御において、液状IPAの温度および第1の配管211を導かれる窒素ガスは、蒸発槽201から送出された直後の処理ガスが有する温度に基づいて一定温度 T_0 にフィードバック制御されている。これによって、蒸発槽201内の液状IPAの温度は窒素ガスが蒸発槽201内に導入されても変化しにくく、つまり処理ガス内のIPA蒸気はオペレータの希望通りの濃度を常に有しているため、基板処理装置100は基板9に対してオペレータの希望通りの乾燥処理を施すことができる。

【0086】次に、第4のヒータ244の温度制御について説明する。前述したように、第2の配管212上には、第3の温度センサ223が設けられている。この第3の温度センサ223は、希釈された処理ガス（流量 Q_{dil1} ）の実際の温度を常時測定しており、その測定結果を T_{DET3} として第4のTC234に出力する。第4のTC234には、前述したように基板9に対して供給する処理ガスの温度 T_{gas} が保持されている。第4のTC234は、所定温度 T_{gas} と実際の温度 T_{DET4} との間の偏差に基づいて、好ましくは上述のPID動作を実行して、第4のヒータ244の加熱温度を微調整するためのフィードバック制御を実行する。このように、第4のヒータ244は、外側チューブ171aの吐出口の直前において、基板9に供給される処理ガスが有する実際の温度に基づいてフィードバック制御される。そのため、処理ガスの温度は常にオペレータが希望する温度 T_{gas} に保たれる。上述した乾燥工程においては、処理ガス内のIPA蒸気の濃度だけでなく、処理ガスの温度もまた基板9の乾燥時間に関わってくる。つまり、供給される処理ガスの温度によって、基板9自体の温度が上昇し、基板9に形成された細かな溝等に入り込んだ液滴を蒸発させることが可能となる。これによって、オペレータの期待通りの乾燥処理を基板9に対してより好適に施すことができる。

【0087】なお、一般に乾燥処理の開始時において基板9の温度 T_0 よりも吐出される処理ガスの温度 T_{gas} の方が温度が高いため、乾燥処理中に基板9の温度は上昇するが低下することはない。したがって、乾燥処理の開始時の基板9の温度における処理ガスのIPA蒸気の飽和濃度よりも低い濃度が設定されると、乾燥処理の途上においても常にIPA蒸気の濃度は飽和濃度を下回るように保たれる。

【0088】次に、一連の基板処理工程が終了し、新たな基板処理工程に移行する場合において、基板処理装置

100は処理ガスの総流量を一定に保ちつつ、処理ガス内のIPA蒸気の濃度を変更するためには、以下の動作を実行する。まず最初に、オペレータは、前述したレシピに従って、新しい3個の目標パラメータ Q_{total} 、 T_{gas} および C_{IPA} を設定する。次に、基板処理装置100はスタンバイ工程を実行し、洗浄工程後の乾燥工程に移行する。乾燥工程に移行した時点では、基板処理装置100のRAM303（作業領域）には、総流量 Q_{total} 、温度 T_{gas} および濃度 C_{IPA} が格納されている。前述したように、基板処理装置100は、まず最初に流量 Q_{MFC1} および流量 Q_{MFC2} を初期設定する。そのため、CPU301は、総流量 Q_{total} と濃度 C_{IPA} とをかけ算して流量 Q_{IPA} を求める。例えば、オペレータが、今回、レシピに従って、 Q_{total} を100[l/min]と、また基板9の測定温度におけるIPA飽和濃度が10%を超えるものであると仮定し、濃度 C_{IPA} を10%と設定したとすると、流量 Q_{IPA} は10[l/min]となる。

【0089】蒸発槽201内の液状IPAは、一定温度 T_0 （飽和濃度 X_0 ）になるように加熱されている。この時、 Q_{MFC1} は、数2より10[l/min]となる。また、 Q_{MFC2} は、数4より80[l/min]となる。基板処理装置100の第1のMFC261および第2のMFC262は、上述のようにして求めた流量 Q_{MFC1} （本実施の形態では10[l/min]）および流量 Q_{MFC2} （本実施の形態では80[l/min]）が得られるように内部のコントロールバルブ261a、262aを開く。

【0090】このように、基板処理装置100は、蒸発槽201内に導入する窒素ガスの流量および第3の配管213を導かれる窒素ガスの流量を変更することにより、処理ガスの総流量を一定に保ちつつ、処理ガス内のIPA蒸気の濃度を変更することができる。このように、基板処理装置100では熱容量の大きな液状IPA（蒸発槽201内に貯留）の温度を変更する必要がない。そのため、基板処理装置100によれば次の基板処理工程に短時間で容易に移行できる。

【0091】また同様に、前回の基板処理工程から新たな基板処理工程に移行する場合において、基板処理装置100は処理ガス内のIPA蒸気の濃度を一定に保ちつつ処理ガスの総流量を変更するためには、以下の動作を実行する。まず最初に、オペレータは前述したレシピに従って、新しい3個の目標パラメータ Q_{total} 、 T_{gas} および C_{IPA} を設定する。次に、基板処理装置100はスタンバイ工程を実行し、洗浄工程後の乾燥工程に移行する。この移行時、基板処理装置100のRAM303（作業領域）には、総流量 Q_{total} 、温度 T_{gas} および濃度 C_{IPA} が格納されている。前述したように、基板処理装置100は、まず最初に、流量 Q_{MFC1} および流量 Q_{MFC2} を初期設定する。そのため、CPU301は、総流量 Q_{total} と濃度 C_{IPA} とをかけ算して流量 Q_{IPA} を求める。例えば、オペレータが、今回、レシピに従ってQ

$total$ を200[l/min]と設定し、濃度 C_{IPA} を10%と設定したと仮定する。この仮定に従えば、流量 Q_{IPA} は20[l/min]となる。

【0092】蒸発槽201内の液状IPAは、一定温度 T_0 （飽和濃度 X_0 ）になるように加熱されている。この時、 Q_{MFC1} は、数2より20[l/min]となる。また、 Q_{MFC2} は、数4より160[l/min]となる。基板処理装置100の第1のMFC261および第2のMFC262は、上述のようにして求めた流量 Q_{MFC1} （本実施の形態では20[l/min]）および流量 Q_{MFC2} （本実施の形態では160[l/min]）が得られるように内部のコントロールバルブ261a、262aを開く。

【0093】このように、基板処理装置100は、蒸発槽201内に導入する窒素ガスの流量および第3の配管213を導かれる窒素ガスの流量を変更することにより、処理ガス内のIPA蒸気の濃度を一定に保ちつつ処理ガスの総流量を変更することができる。

【0094】このように、基板処理装置100では熱容量の大きな液状IPA（蒸発槽201内に貯留）の温度を変更する必要がない。そのため、基板処理装置100によれば、次の基板処理工程に短時間で容易に移行できる。

【0095】なお、上述した基板処理装置100では、第1の温度センサ221がその検出結果 T_{DET1} を第1および第2のTC231、232に出力するようにし、第1および第2のTC231、232は T_{DET1} に基づいて、第1および第2のヒータ241、242の加熱温度をフィードバック制御していた。しかしながら、基板処理装置100は第1および第2のヒータ241、242の加熱温度をフィードバック制御するために、第1の温度センサ221に代えて濃度検出センサを用いてもよい。この濃度検出センサは、蒸発槽201から送出された処理ガス内に含まれるIPAの実際の濃度を測定する。前述したように、蒸発槽201から送出された直後の処理ガスは飽和蒸気であるため、IPA蒸気の濃度を測定できれば、処理ガスの温度は一義的に求められる。したがって、第1および第2のTC231、232は、この濃度検出センサの測定結果に基づいて、第1および第2のヒータ241、242の加熱温度をフィードバック制御することもできる。

【0096】また、上述した基板処理装置100は、濃度検出センサ251がその測定結果 C_{DET} をガス供給制御部172に出力するようにし、ガス供給制御部172は C_{DET} に基づいて、少なくとも第1のMFC261の流量をフィードバック制御するようにしていた。しかしながら、ガス供給制御部172は少なくとも第1のMFC261の流量をフィードバック制御するために、濃度検出センサ251の検出結果 C_{DET} ではなく、第1の温度センサ221または第2の温度センサ222の測定結果 T_{DET1} または T_{DET2} を用いてもよい。上述したよう

に、第 1 の温度センサ 2 2 1 および第 2 の温度センサ 2 2 2 は、一定温度（上述の実施の形態では T_0 ）に制御された処理ガスの温度を測定する。上述からも明らかな通り、一定温度（ T_0 ）を測定できれば、第 2 の配管 2 1 2 を導かれる処理ガス内に含まれる IPA の濃度は一義的に求められる。したがって、ガス供給制御部 1 7 2 は、この第 1 の温度センサ 2 2 1 または第 2 の温度センサ 2 2 2 の測定結果に基づいて、少なくとも第 1 の MF C 2 6 1 の流量 Q_{FC1} をフィードバック制御することもできる。

【0097】また、上述した基板処理装置 1 0 0 は、第 3 の温度センサ 2 2 3 がその測定結果 T_{DET3} を第 4 の T C 2 3 4 に出力するようにし、第 4 の T C 2 3 4 は T_{DET3} に基づいて、第 4 のヒータ 2 4 4 の加熱温度をフィードバック制御していた。しかしながら、基板処理装置 1 0 0 はこのようなフィードバック制御のために、第 3 の温度センサ 2 2 3 の測定結果 T_{DET3} に代えて、第 2 の温度センサ 2 2 2 の測定結果 T_{DET2} を用いてもよい。このように測定結果 T_{DET2} を用いることができるのは、第 2 の温度センサ 2 2 2 および第 3 の温度センサ 2 2 3 は

両方とも、第 2 の配管 2 1 2 内を導かれかつ希釈された処理ガスの温度を求めているからである。

【0098】なお、上述の実施の形態では、IPA 蒸気に関して具体的に説明した。しかしながら、半導体デバイス等の各製造工程では、IPA 蒸気だけでなく有機溶剤蒸気や水蒸気等もまた処理蒸気として用いられる。これら処理蒸気もまたキャリアガスと混合された上で用いられる場合が多く、処理蒸気の濃度もまた正確に制御される必要がある。基板処理装置 1 0 0 はこれらの処理蒸気に関しても適用することができる。

【0099】以上説明してきたように、このガス供給部 1 7 1 では窒素供給源 8 から外側チューブ 1 7 1 a の吐出口へと流れるガスの様々な物理的要素を測定し、この測定値を処理ガスにおける IPA 蒸気の濃度を制御するための濃度制御パラメータとして利用することができる。また、IPA 蒸気の濃度の制御を行うに際しても様々な箇所を流れるガスの物理的要素を制御対象として採用することができる。

【0100】既述のように、第 2 の配管 2 1 2 のうち第 3 の配管 2 1 3 との接続位置から吐出口へと流れるガス中の IPA 蒸気の濃度の測定値は直接的に濃度制御パラメータとして利用することができる。

【0101】また、第 1 および第 3 の配管 2 1 1、2 1 3 を流れるガスの流量が既知の場合には、既述のように第 2 の配管 2 1 2 のうち蒸発槽 2 0 1 と第 3 の配管 2 1 3 との接続位置との間におけるガス中の IPA 蒸気の濃度の測定値からも処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を求めることができるので、濃度制御パラメータとして利用することができる。

【0102】さらに、蒸発槽 2 0 1 中の液状 IPA の温

度、第 1 の配管 2 1 1 を流れるガスの温度、蒸発槽 2 0 1 から第 2 の配管 2 1 2 へと導かれた直後のガスの温度も、蒸発槽 2 0 1 から流出するガス中の IPA 蒸気の濃度に密接に関係することから、濃度制御パラメータとして利用することができる。

【0103】このように、処理ガスに関する様々な物理的要素のうちの少なくとも 1 つを濃度制御パラメータとして取得し、取得された濃度制御パラメータに基づいて処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を制御することができ

る。

【0104】一方、処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を制御するための制御対象としては、第 1 の配管 2 1 1 内のガスの流量または第 3 の配管 2 1 3 内のガスの流量を調整することにより、これらの配管内の流量の比を制御することで濃度調整が可能である。

【0105】また、上記説明では、第 1 の配管 2 1 1 中のガスの温度、蒸発槽 2 0 1 中の液状 IPA の温度等が同じ温度 T_0 に制御されると説明したが、これらの温度は個別に設定されてもよい。このとき、蒸発槽 2 0 1 中から流れ出すガス中の IPA 蒸気は飽和状態でない場合も考えられ、上記説明のような簡単な計算により流量等を求めることはできないが、フィードバック制御を適宜行うことにより処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を適切に維持することができる。

【0106】また、第 1 の配管 2 1 1 中のガスの温度や蒸発槽 2 0 1 中の液状 IPA の温度を変化させる場合において、これらの温度を変化させると蒸発槽 2 0 1 から流れ出るガス中の IPA 蒸気の濃度が変化し、これにより、処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を変化させることができるので、第 1 の配管 2 1 1 中のガスの温度や蒸発槽 2 0 1 中の液状 IPA の温度も制御対象として利用することができる。

【0107】このように、様々な要素のうちの少なくとも 1 つを制御対象として制御することにより処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を制御することができる。

【0108】また、上記実施の形態では、IPA 蒸気の濃度がオペレータにより設定されると説明したが、IPA 蒸気の濃度設定は自動で行うこともできる。すなわち、温度計 1 5 4 により測定された基板 9 の温度（または、基板 9 の温度に相当する温度） T_1 における IPA の飽和濃度をテーブル 3 2 2 を参照しながらガス供給制御部 1 7 2 が求め、求められた飽和濃度を下回る濃度が C_{DET} として自動的に決定されてもよい。

【0109】また、乾燥処理中の基板 9 の温度 T_1 の変化に応じて、 C_{DET} が自動的に変更されてもよい。この基板処理装置 1 0 0 では濃度 C_{DET} をフィードバック制御により制御しているので、処理中に基板 9 の温度 T_1 が上昇した場合に、これに合わせて濃度 C_{DET} を変更することも可能である。

【0110】このように、基板処理装置 1 0 0 では自動

的に基板 9 の表面における IPA の結露を防止する濃度制御を行うこともできる。

【0111】以上、この発明に係る第 1 の実施の形態である基板処理装置 100 について説明してきたが、この基板処理装置 100 では高速回転にて基板 9 に付着している純水を飛散させた後に基板 9 の回転速度を低速回転に減少させ（あるいは停止させ）、かつ、少なくとも低速回転時に処理ガスを基板 9 に供給するようにしている
10 ので、ウォーターマークの発生を防止しつつ処理ガスの供給量を低速回転時（あるいは停止時）に必要な量のみ
に制限することができる。これにより、基板 9 の製造コストを抑えつつ良好な品質の基板 9 の製造が可能となる。

【0112】また、処理ガス中の IPA 蒸気の濃度を適切に制御することができるので、基板 9 の表面において IPA 蒸気が結露することを防止することができ、適切な乾燥処理を行うことができる。

【0113】＜2. 第 2 の実施の形態＞図 8 はこの発明の第 2 の実施の形態である基板処理装置 100 a の機械的構成を示す縦断面図である。なお、制御系の構成は
20 図 2 に示す構成とほぼ同様であり、ガス供給部 171 およびガス供給制御部 172 の構成もそれぞれ図 5 および図 6 に示す構成とほぼ同様である。

【0114】基板処理装置 100 a は第 1 の実施の形態である基板処理装置 100 と比較して、基板 9 の下面（裏面）に対しても純水やガスを供給することができるようにされている点、雰囲気遮断板 151 を回転することができるようにされている点、および温度計 154 がカップ 104 内の温度を測定するという点を除いて第 1
30 の実施の形態と同様である。以下の説明ではこれらの相違点について簡単に説明するものとし、第 1 の実施の形態と同様の構成については同様の符号を用いて説明する。

【0115】基板処理装置 100 a では、基板 9 の下面に対しても純水や処理ガスを供給することができるように、第 1 の実施の形態の雰囲気遮断板 151 における構造と同様に、保持台 121 のおよそ中央に 2 重構造チューブの端部が露出するようにされている。そして、この 2 重構造チューブの内側チューブ 161 a は純水供給部
40 161 に接続され、外側チューブ 171 a はガス供給部 171 に接続される。

【0116】また、2 重構造チューブを保持台 121 から露出させるために、モータ 131 として中空のモータを利用し、モータ 131 を支持する支持台 133、モータ 131、回転軸 123 および保持台 121 を順に貫通するように 2 重構造チューブが配置される。なお、2 重構造チューブは回転軸 123 内部にて軸受 1231 により支持され、外側チューブ 171 a は軸受 1231 に容易に支持されるように多少硬質の材料にて形成されている。また、2 重構造チューブと保持台 121 や回転軸 1
50

23 との間の隙間にラビリンス 1232 を形成して軸受 1231 を進入物から保護している。ラビリンス 1232 は V シールやパッキン等であってももちろんよい。

【0117】この基板処理装置 100 a では雰囲気遮断板 151 も基板 9 の回転に合わせて同方向に回転することができるようにされている。したがって、基板 9 の下面側と上面側の構成とは同様のものとなっている。すなわち、雰囲気遮断板 151 は回転軸 153 において中空のモータ 131 a を介して支持軸 152 に接続されており、2 重構造チューブが支持軸 152、モータ 131 a、回転軸 153 および雰囲気遮断板 151 を貫通するようにして配置されている。また、2 重構造チューブは回転軸 153 内部の軸受 1511 により支持されており、雰囲気遮断板 151 や回転軸 153 と 2 重構造チューブとの間の隙間にはラビリンス 1512 が設けられている。そして、内側チューブ 161 a は純水供給部 161 に接続されており、外側チューブ 171 a はガス供給部 171 に接続されている。

【0118】なお、図 8 では雰囲気遮断板 151 側と保持台 121 側とにおいて別個に純水供給部 161 およびガス供給部 171 を示しているが、雰囲気遮断板 151 側の 2 重構造チューブと保持台 121 側の 2 重構造チューブとが同一の純水供給部 161 やガス供給部 171 に接続されていてもよい。

【0119】基板処理装置 100 a の制御系は、図 2 に示す第 1 の実施の形態における制御系とほぼ同様となっている。すなわち、モータ制御部 132 が保持台 121 側のモータ 131 および雰囲気遮断板 151 側のモータ 131 a を制御するようになっており、純水供給制御部 162 およびガス供給制御部 172 が保持台 121 側および雰囲気遮断板 151 側の純水供給部 161 やガス供給部 171 を制御するようになっている。また、回転台 121 下方には温度計 154 が配置されており、カップ 104 内の雰囲気温度を測定する。温度計 154 で測定された温度は基板 9 の温度とみなされて第 1 の実施の形態と同様にガス供給制御部 172 において利用される。

【0120】次に、基板処理装置 100 a の動作について図 9 を用いて説明する。なお、基板処理装置 100 a の動作は第 1 に実施の形態と同様、図 3 や図 4 に示した動作であってもよく、以下に説明する動作は一例にすぎない。また、図 9 に示す回転動作は保持台 121 および雰囲気遮断板 151 に共通のものであり、処理ガス供給動作および純水供給動作についても基板 9 の上下両面に対して共通のものである。さらに、図 9 中に示す符号も図 3 や図 4 と同様のものを用いている。

【0121】図 9 に示すように、符号 P1 にて示す洗浄工程では、基板 9 の上面および下面に純水を供給しながら基板 9 を回転させて基板 9 の上下両面に洗浄処理が施される。洗浄処理が完了すると（時刻 TM1）、純水供

給動作を停止するとともに基板 9 を 1 5 0 0 ~ 3 0 0 0 rpm で 2 ~ 3 秒回転させる。これにより、基板 9 の上面および下面に付着している純水がカップ 1 0 4 へと飛散し、基板 9 に付着している純水の大部分が取り除かれる。このとき、基板 9 の上面および下面への処理ガスの供給は、図 9 中太実線にて示すように停止していてもよく、太破線にて示すように 5 0 0 リットル/分程度で行われていてもよい。なお、時刻 TM1 ~ TM2 までの工程は図 3 や図 4 に示した工程とほぼ同様である。

【0 1 2 2】次に、基板 9 の高速回転による純水の大部分の取り除きが完了すると（時刻 TM2）、基板 9 の回転を 5 0 0 rpm 程度に減少させ、その後 2 0 ~ 3 0 秒を費やして基板 9 の回転速度を徐々に連続的に減少させる（時刻 TM2 ~ TM3）。また、基板 9 の回転速度の減少に合わせて基板 9 の上面および下面に供給される処理ガスの供給量も 5 0 0 リットル/分から 1 0 0 リットル/分程度まで徐々に減少させる。

【0 1 2 3】既述のように、基板 9 が回転している場合には雰囲気遮断板 1 5 1 とカップ 1 0 4 との隙間 G からの大気の流入を防止するために処理ガスを基板 9 に供給する必要がある。この供給量はおおよそ基板 9 の回転速度に比例した量が必要となる。そこで、この動作例では基板 9 の回転速度の減少にともなって処理ガスの供給量も減少させるようにしている。

【0 1 2 4】そして、2 0 ~ 3 0 秒の処理ガスの供給が完了すると（時刻 TM3）、符号 P 2 にて示す乾燥工程が完了する。

【0 1 2 5】なお、本実施の形態において用いられる処理ガスの IPA 蒸気の濃度も第 1 の実施の形態と同様にフィードバック制御されており、処理ガスの流量が連続的に変化しても IPA 蒸気の濃度は所定の濃度 C_{DET} に調整される。これにより、基板 9 の表面での IPA の結露が防止される。

【0 1 2 6】以上、第 2 の実施の形態である基板処理装置 1 0 0 a の構成および動作について説明してきたが、この基板処理装置 1 0 0 a では基板 9 の上面のみならず下面にも純水および処理ガスを供給することができるので、基板 9 の下面の状態を清浄に維持することができる。特に、近年の高密度化された半導体装置の製造においては基板 9 の下面の状態も清浄に維持するように求められており、この基板処理装置 1 0 0 a はこのような要求に応える構成となっている。

【0 1 2 7】また、基板処理装置 1 0 0 a では雰囲気遮断板 1 5 1 も基板 9 の回転に合わせて回転させるので、基板 9 の上面における気流の乱れを抑えることができ、隙間 G からの大気の流入をより効果的に抑えることができる。

【0 1 2 8】また、図 9 に示すように基板 9 の回転速度に応じて処理ガスの供給量を調整するので、基板 9 の回転に対して過不足のない処理ガスの供給が実現されるよ

うになっている。

【0 1 2 9】< 3. 変形例 > 以上、この発明に係る基板処理装置について説明してきたが、この発明は上記実施の形態に限定されるものではなく様々な変形が可能である。

【0 1 3 0】例えば、保持台 1 2 1 はピン 1 2 2 により基板 9 を保持するようになっているが、基板 9 を保持台 1 2 1 上に固定できるのであればどのような形態であってもよく、吸着チャックにより基板 9 が固定されるようになっているてもよい。また、保持される基板 9 の姿勢も水平姿勢に限定されるものではない。

【0 1 3 1】また、モータ 1 3 1、1 3 1 a は電氣的なモータに限定されるのではなく、保持台 1 2 1 を回転させる動力を生じるのであればどのような形態であってもよい。

【0 1 3 2】また、ガス供給部 1 7 1 からの処理ガスは雰囲気遮断板 1 5 1 や保持台 1 2 1 から供給されるようになっているが、基板 9 の上面や下面に処理ガスを供給することができるのであればどのような形態であってもよい。例えば、基板 9 の上方に細い管を渡して基板 9 の上面にガスを噴出するようにしてもよいし、保持台 1 2 1 に開口を形成してこの開口を介して基板 9 の下面にガスを供給するようにしてもよい。

【0 1 3 3】さらに、上記実施の形態では窒素ガスに IPA 蒸気を混合した処理ガスを用いているが、窒素ガス単独であってもく、他の有機溶剤の蒸気を含むガスでもよく、あるいは、窒素ガスとは別のガスを使用してもよく、乾燥に適したものであればどのようなものでもよい。

【0 1 3 4】また、上記実施の形態では、温度に対する有機溶剤の蒸気の飽和濃度をテーブル 3 2 2 を参照して求めると説明したが、テーブル 3 2 2 には温度に対する飽和蒸気圧が記憶されていてもよい。例えば、有機溶剤として IPA を使用し、基板 9 の温度が 2 0 °C の場合、IPA の飽和濃度は、2 0 °C における飽和蒸気圧が 3 2 . 4 mmHg であるから、 $3 2 . 4 \text{ mmHg} \div 7 6 0 \text{ mmHg} = 4 . 2 6 \%$ 、と算出される。これにより、オペレータは例えば、4 . 2 6 % 未満の濃度である 3 % を C_{DET} として入力することで基板表面での IPA 蒸気の結露が防止される。

【0 1 3 5】また、純水の供給についても上記実施の形態に限定されるものではなく、ガスの供給の場合と同様に様々な変形が可能であり、2 重構造チューブを利用せずにガスとは個別に基板 9 に純水が供給されるようになっていてもよい。さらに、純水による洗浄処理は基板処理装置において行われるのではなく、洗浄後の基板 9 が基板処理装置に搬入されるようになっていてもよい。

【0 1 3 6】また、上記実施の形態では純水洗浄後の基板 9 の乾燥処理について説明したが、純水に限定されず、純水以外の洗浄液による洗浄後の乾燥処理であって

もよい。さらに、洗浄後の乾燥処理に限定されるものでもなく、他の処理後の乾燥処理であってもよい。

【0137】また、乾燥工程における基板9の回転速度は上記実施の形態ではおおよそ高速回転から低速回転へと減少させるようにしているが、処理内容によっては徐々に減少させるようにしてもよい。例えば、図9において、時刻TM1から時刻TM3に向けて回転速度を連続的に減少させてもよい。また、実施の形態において示した回転速度やガス供給量は一例であってこのような値に限定されるものではない。

【0138】さらに、上記実施の形態では半導体基板に対して乾燥を行う様子について説明したが、半導体基板の乾燥に限定されるものではなく、例えば、液晶表示器製造用もしくはフォトマスク製造用のガラス基板の処理工程における乾燥処理を行う装置であってもよい。

【0139】また、上記実施の形態では、温度計154を用いて雰囲気遮断板151の温度またはカップ104内の雰囲気温度を測定し、測定された温度が基板9の温度であるとみなしているが、雰囲気遮断板151や保持台121に開口を設けて、この開口から基板9の温度を放射温度計を用いて測定してもよい。さらには、洗浄処理に用いられる純水の温度や基板処理装置近傍の大気の温度を乾燥処理前の基板9の温度に相当する温度として利用してもよい。すなわち、基板9の温度測定は直接的であっても間接的であってもよい。

【0140】また、上記実施の形態では、乾燥処理の最初の段階において基板9の温度が常温であるものとして説明したが、スタンバイ工程において吐出されるガスを用いて基板9の温度を常温以上に温めておくようにしてもよい。

【0141】さらには、上記実施の形態では基板9の温度（正確には、基板9の温度に相当する温度）を測定するようにしているが、基板9の温度が一定の温度以下であることが保証されている場合には、この温度における飽和蒸気圧以下の蒸気圧にてIPA蒸気を処理ガスに含ませることで、基板9の表面におけるIPA蒸気の結露を防止することができる。

【0142】

【発明の効果】請求項1ないし8記載の発明では、保持台を回転させて基板に付着した液を飛散させた後に保持台の回転速度を減少させるとともに基板へのガスの供給を行うので、基板の回転による大気の巻き込みを防止するために供給されるガスの量を抑えることができる。これにより、ガスの消費を抑えつつウォーターマークの発生を防止することができる。

【0143】また、請求項2記載の発明では基板に付着した液を飛散させた後に保持台の回転速度を第1の回転速度から第2の回転速度へと減少させ、請求項4記載の

発明では基板に付着した液を飛散させた後に保持台の回転を停止させるので、基板に供給すべきガスの量が保持台の回転速度に応じた量で足りることとなる。

【0144】また、請求項5記載の発明では有機溶剤蒸気の結露を防止しつつ基板の乾燥を迅速に行うことができる。

【0145】また、請求項6記載の発明では基板と雰囲気遮断板との間に発生する気流の乱れを防止して大気の巻き込みをさらに抑えることができ、請求項7記載の発明では基板の他の主面に対しても乾燥処理を施すことができる。

【0146】さらに、請求項8記載の発明では、供給されるガスの流量を保持台の回転速度に応じて変更することができるので、さらに過不足のないガスの供給を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施の形態である基板処理装置の縦断面図である。

【図2】図1に示す基板処理装置の制御系を示すブロック図である。

【図3】基板処理装置の動作の一例を示すタイムチャートである。

【図4】基板処理装置の動作の他の例を示すタイムチャートである。

【図5】ガス供給部の構成等を示すブロック図である。

【図6】ガス供給制御部の構成等を示すブロック図である。

【図7】IPA蒸気の飽和濃度と温度との関係を示すテーブルである。

【図8】この発明の第2の実施の形態である基板処理装置の縦断面図である。

【図9】基板処理装置の動作のさらに他の例を示すタイムチャートである。

【図10】従来の基板処理装置の縦断面図である。

【図11】ウォーターマークの発生原理を示す図である。

【符号の説明】

9 基板

100、100a 基板処理装置

121 保持台

131、131a モータ

132 モータ制御部

151 雰囲気遮断板

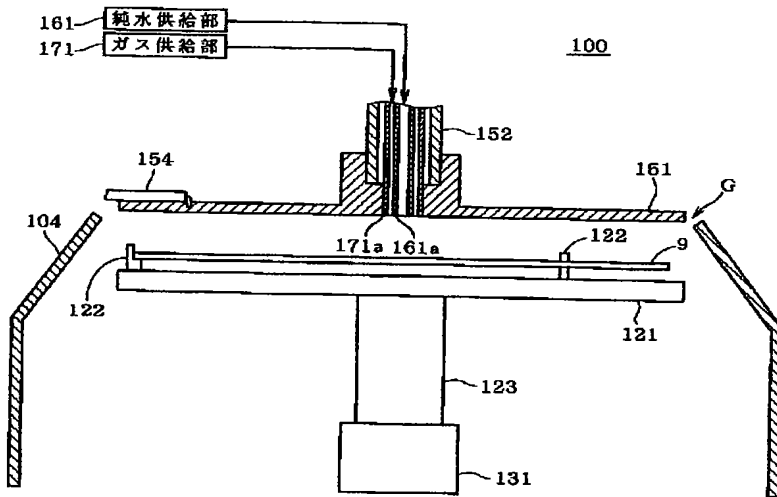
171 ガス供給部

171a 外側チューブ

172 ガス供給制御部

241～244 ヒータ

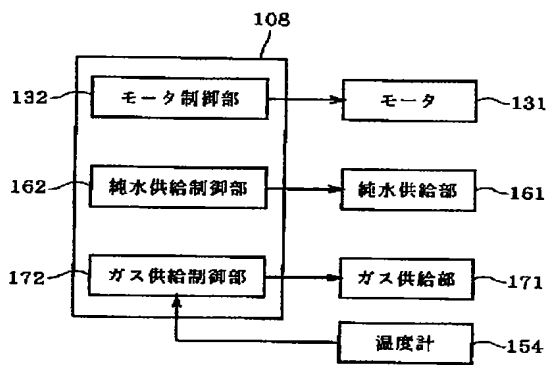
【図 1】



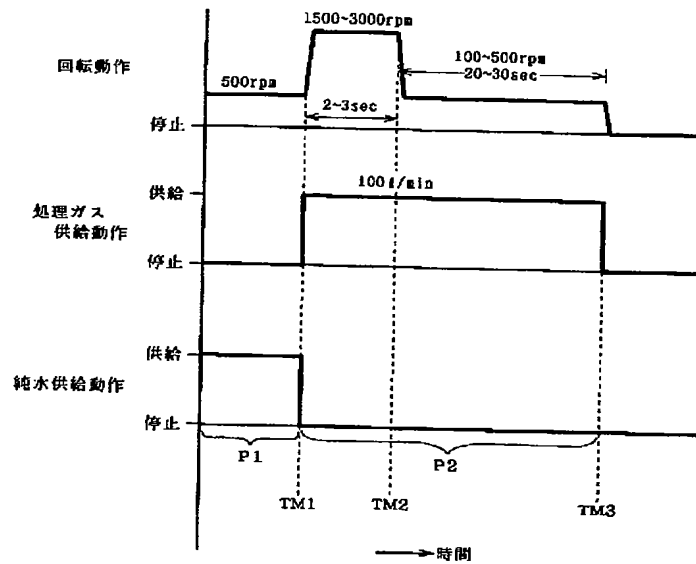
【図 7】

飽和濃度 X_0	温度 T_0
⋮	⋮
50%	66°C
⋮	⋮

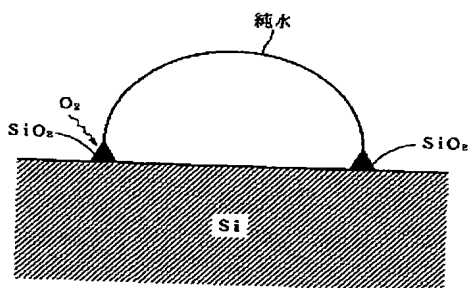
【図 2】



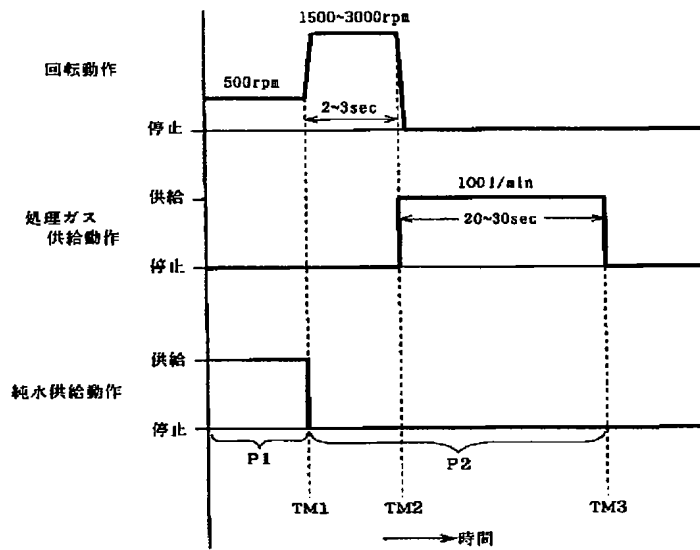
【図 3】



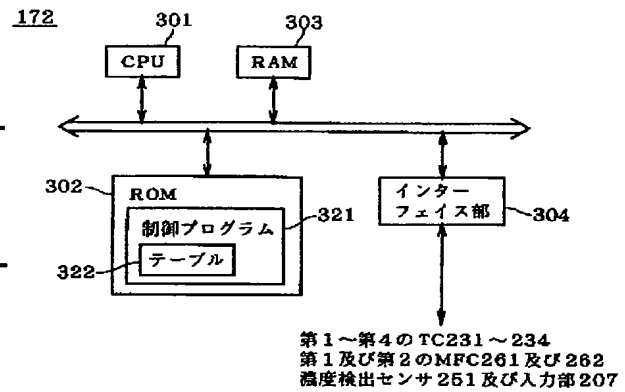
【図 11】



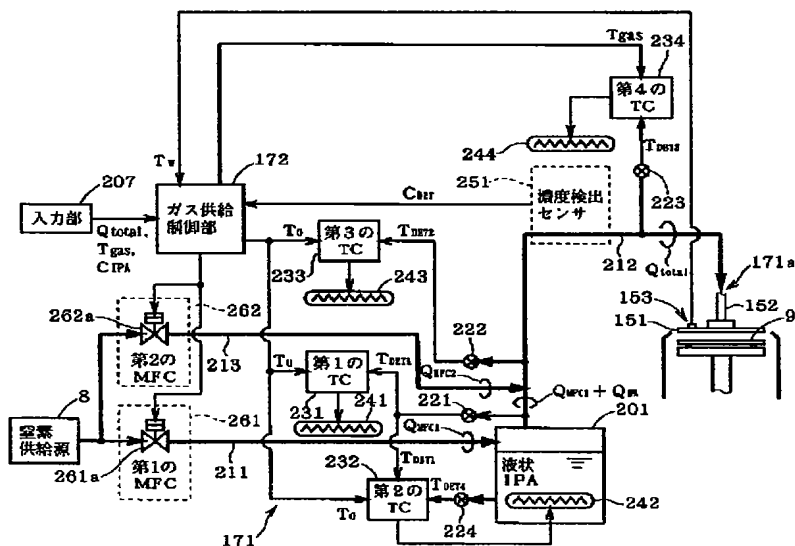
【図 4】



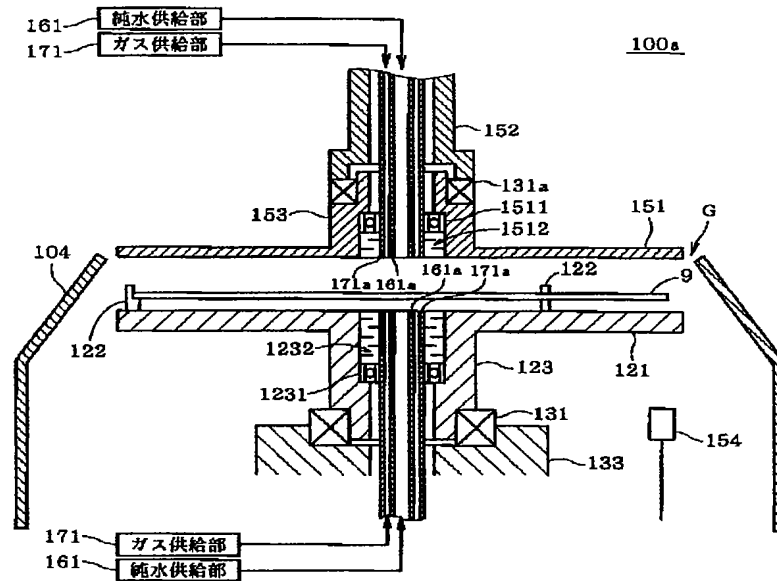
【図 6】



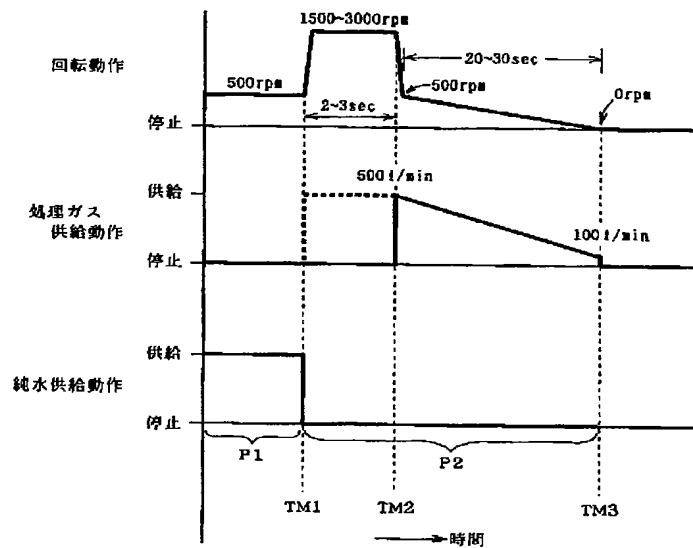
【図 5】



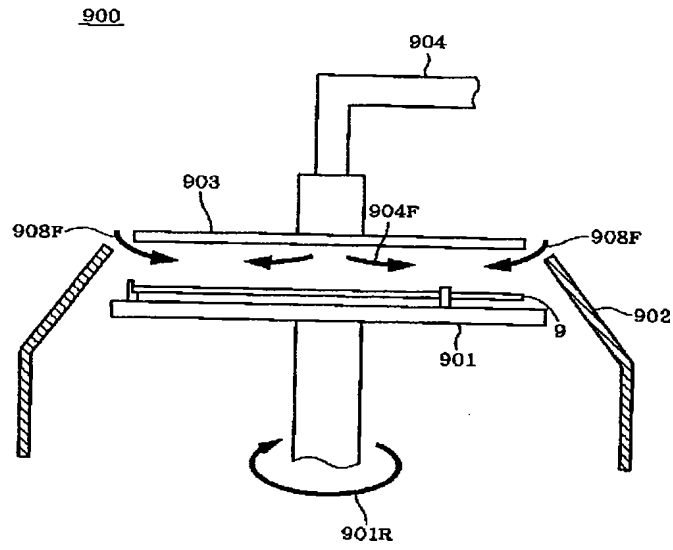
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-330039

(43)Date of publication of application : 30.11.1999

51)Int.Cl. H01L 21/304
F26B 3/10
F26B 5/08

21)Application number : 10-334539

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

22)Date of filing : 25.11.1998

(72)Inventor : MURAOKA YUSUKE
MIYAGI MASAHIRO

30)Priority

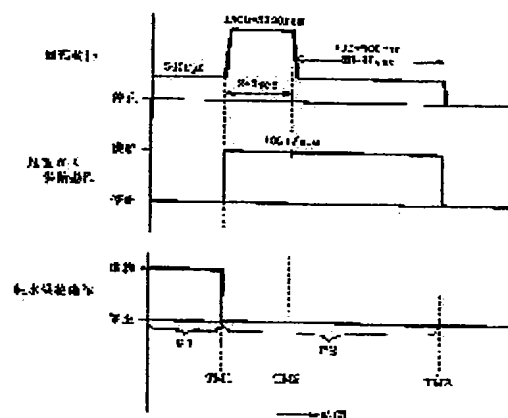
Priority number : 10 65464 Priority date : 16.03.1998 Priority country : JP

54) SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate processing device capable of reducing processing gas consumption for drying and preventing the occurrence of watermarks.

SOLUTION: In a substrate processing device for rotating and drying a substrate, while supplying processing gas for drying to the substrate in a state where an atmosphere shutting plate faces the substrate to which pure water after cleaning adheres, the substrate is rotated at high speeds for a short time and then is rotated at low speeds. Also, at least while the substrate is rotated at low speeds, the processing gas is supplied to the substrate in the amount required for rotating the substrate at low speeds. Therefore, at high rotational speeds, most of the pure water can be removed from the substrate before a watermark is produced, and then at low speeds, air is prevented from being entrained to the surface of the substrate by the supply of the processing gas to prevent the occurrence of the watermark. Accordingly, it is possible to suppress the processing gas consumption to a required amount, when the substrate is rotated at low speeds and to prevent the occurrence of watermarks.



LEGAL STATUS

Date of request for examination] 06.12.2002

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number] 3745140

Date of registration] 02.12.2005

Number of appeal against examiner's decision of

ejection]

Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

Date of extinction of right]

NOTICES *

PO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

**** shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

Claim(s)]

Claim 1] The maintenance base which is the substrate processor from which the liquid adhering to a substrate removed, and holds a substrate, The rotation driving source which rotates the substrate held by rotating said maintenance base, The ambient atmosphere cutoff plate which counters the principal plane of 1 of the substrate held on said maintenance base, and is arranged, A roll control means to control said rotation driving source so that the rotational speed of said maintenance base decreases after dispersing a gas supply means to supply gas towards said principal plane of 1, and the liquid which was made to rotate said maintenance base and adhered to the substrate, The substrate processor characterized by having the gas supply control means which controls said gas supply means to supply said gas to a substrate after dispersing the liquid which was made to rotate said maintenance base at least, and adhered to the substrate.

Claim 2] The substrate processor relatively characterized by changing the rotational speed of said maintenance base into the 2nd low speed rotational speed from the 1st rotational speed which it is [rotational speed] a substrate processor according to claim 1, and disperses the liquid with which said roll control means adhered to the substrate.

Claim 3] The substrate processor with which it is a substrate processor according to claim 1, and said roll control means is characterized by decreasing the rotational speed of said maintenance base continuously.

Claim 4] The maintenance base which is the substrate processor from which the liquid adhering to a substrate removed, and holds a substrate, The rotation driving source which rotates the substrate held by rotating said maintenance base, The ambient atmosphere cutoff plate which counters the principal plane of 1 of the substrate held on said maintenance base, and is arranged, A roll control means to control said rotation driving source to suspend rotation of said maintenance base after dispersing a gas supply means to supply gas towards said principal plane of 1, and the liquid which was made to rotate said maintenance base and adhered to the substrate, The substrate processor characterized by having the gas supply control means which controls said gas supply means to supply said gas to a substrate after dispersing the liquid which was made to rotate said maintenance base at least, and adhered to the substrate.

Claim 5] It is the substrate processor which is a substrate processor according to claim 1 to 4, is the mixed gas of the nitrogen gas and organic solvent steam with which said gas was heated, and is characterized by the concentration of said organic solvent steam being concentration which is less than the concentration in the maximum vapor tension in a substrate and this temperature.

Claim 6] The substrate processor which is a substrate processor according to claim 1 to 5, and is characterized by having further a means to rotate said ambient atmosphere cutoff plate to compensate for rotation of said maintenance base.

Claim 7] The substrate processor which is a substrate processor according to claim 1 to 6, and is characterized by having further a means to supply said gas towards other principal planes of the substrate held from said maintenance base.

Claim 8] The substrate processor with which it is a substrate processor according to claim 1 to 7, and said gas supply control means is characterized by changing the flow rate of said gas supplied to a substrate according to the rotational speed of said maintenance base.

translation done.]

NOTICES *

PO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

.**** shows the word which can not be translated.

.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

Detailed Description of the Invention]

0001]

Field of the Invention] This invention relates to the substrate processor which processes to the substrate for etailed pattern formation, such as a semi-conductor substrate for semiconductor device manufacture, a glass substrate for liquid crystal displays, and a glass substrate for photo masks, (henceforth a "substrate") (for xample, desiccation processing after substrate washing).

0002]

Description of the Prior Art] There is a method of removing the pure water adhering to a substrate by rotating substrate as an approach of conventionally drying the substrate washed with pure water. Drawing 10 is drawing f longitudinal section showing the configuration of the substrate processor 900 which adopts such a desiccation pproach.

0003] In the substrate processor 900, the substrate 9 dried is held by the pin on the maintenance base 901 by ne horizontal position (posture in which the normal of the principal plane of a substrate 9 turns to the direction f a vertical), and this maintenance base 901 rotates it centering on the shaft which turns to the direction of a ertical as arrow-head 901R shows. If the maintenance base 901 rotates, a substrate 9 will rotate with a orizontal position and the pure water adhering to a substrate 9 will disperse to the perimeter of a substrate 9. ure water is removed from a substrate 9 by this, and desiccation of a substrate 9 is performed. In addition, the rop which dispersed is caught by the cup 902 prepared in the perimeter of the side of a substrate 9, and are ollected.

0004] Moreover, in such a substrate processor, the ambient atmosphere cutoff plate 903 is formed in the cation which counters the principal plane of a substrate 9 top. The gas supply line 904 is connected to the mbient atmosphere cutoff plate 903, and as shown in arrow-head 904F towards the top face of a substrate 9 om the ambient atmosphere cutoff plate 903, raw gas (mixed gas of nitrogen gas (N2), nitrogen gas, and an IPA sopropyl alcohol) steam etc.) is supplied. While isolating the ambient atmosphere of the cup 902 interior where substrate 9 is arranged, with the atmospheric air besides a cup 902 by such configuration, he is trying to aintain the ambient atmosphere by the side of the top face of a substrate 9 in the ambient atmosphere of raw as.

0005] The ambient atmosphere by the side of the top face of a substrate 9 is maintained for preventing that a watermark is generated on the front face of a substrate 9 in the ambient atmosphere of raw gas. With a watermark, a substrate 9 and the oxygen in atmospheric air (O2) seem to arise in response to the time of the rop which has adhered on a substrate 9 drying. For example, in the case of a silicon (Si) substrate, the pattern f the silicon dioxide (SiO2) which the oxygen in atmospheric air acts and produces on the boundary of the drop f pure water and a silicon substrate as shown in drawing 11 serves as a watermark.

0006] If a watermark is generated, the quality of the detailed pattern currently formed on the substrate 9 will eteriorate, or particle will occur. Then, the ambient atmosphere on a substrate 9 is maintained in the ambient tmosphere of anoxia by the configuration conventionally shown in drawing 10.

0007] In addition, the watermark in the following explanation is not limited to a pattern that it is generated from ure water, and is used as vocabulary also including a pattern that it is generated in the case of desiccation of he liquid of other classes.

0008]

Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, in case a substrate 9 is dried conventionally, the ubstrate 9 is rotated at the high speed of 1500 - 3000rpm extent. If a substrate 9 is rotated at such a high

peed, even if an air current supplies raw gas to turbulence and a substrate 9 greatly, as the atmospheric air resides a cup 902 shows by drawing 10 Nakaya mark 908F from the clearance between a cup 902 and the ambient atmosphere cutoff plate 903, it will be involved in into a cup 902 around a substrate 9. Consequently, atmospheric air advances to the top face of a substrate 9, oxygen mixes in the raw gas ambient atmosphere around a substrate 9, and it becomes easy to generate a watermark in a substrate 9.

[0009] of course, how to solve this problem by what the flow rate of the raw gas supplied to a substrate 9 is increased for (for example, hundreds of l. flow rate for /is increased to a part for thousands of l./) is also considered — not having — although there is nothing, it is difficult to realize in cost to consume nitrogen gas with high purity etc. so much. Moreover, although that need is being accepted in recent years also about washing of the rear face (inferior surface of tongue in drawing 10) of a substrate 9, it is necessary to supply raw gas to vertical both sides of a substrate 9 in desiccation in this case, and that implementation becomes impossible from till a lot of raw gas being needed still more.

[0010] Then, this invention aims at offering the substrate processor which can prevent generating of a watermark, holding down consumption of the raw gas which maintains the ambient atmosphere of the perimeter of a substrate.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The maintenance base which invention of claim 1 is a substrate processor from which the liquid adhering to a substrate is removed, and holds a substrate, The rotation driving source which rotates the substrate held by rotating said maintenance base, The ambient atmosphere cutoff plate which counters the principal plane of 1 of the substrate held on said maintenance base, and is arranged, A roll control means to control said rotation driving source so that the rotational speed of said maintenance base decreases after dispersing a gas supply means to supply gas towards said principal plane of 1, and the liquid which was made to rotate said maintenance base and adhered to the substrate, After dispersing the liquid which was made to rotate said maintenance base at least, and adhered to the substrate, it has the gas supply control means which controls said gas supply means to supply said gas to a substrate.

[0012] Invention of claim 2 is a substrate processor according to claim 1, and changes the rotational speed of said maintenance base into the 2nd low speed rotational speed relatively from the 1st rotational speed which disperses the liquid with which said roll control means adhered to the substrate.

[0013] Invention of claim 3 is a substrate processor according to claim 1, and said roll control means decreases the rotational speed of said maintenance base continuously.

[0014] The maintenance base which invention of claim 4 is a substrate processor from which the liquid adhering to a substrate is removed, and holds a substrate, The rotation driving source which rotates the substrate held by rotating said maintenance base, The ambient atmosphere cutoff plate which counters the principal plane of 1 of the substrate held on said maintenance base, and is arranged, A roll control means to control said rotation driving source to suspend rotation of said maintenance base after dispersing a gas supply means to supply gas towards said principal plane of 1, and the liquid which was made to rotate said maintenance base and adhered to the substrate, After dispersing the liquid which was made to rotate said maintenance base at least, and adhered to the substrate, it has the gas supply control means which controls said gas supply means to supply said gas to a substrate.

[0015] Invention of claim 5 is a substrate processor according to claim 1 to 4, it is the mixed gas of the nitrogen gas and organic solvent steam with which said gas was heated, and the concentration of said organic solvent steam is concentration which is less than the concentration in the maximum vapor tension in a substrate and this temperature.

[0016] Invention of claim 6 is a substrate processor according to claim 1 to 5, and is further equipped with a means to rotate said ambient atmosphere cutoff plate to compensate for rotation of said maintenance base.

[0017] Invention of claim 7 is a substrate processor according to claim 1 to 6, and is further equipped with a means to supply said gas towards other principal planes of the substrate held from said maintenance base.

[0018] Invention of claim 8 is a substrate processor according to claim 1 to 7, and said gas supply control means changes the flow rate of said gas supplied to a substrate according to the rotational speed of said maintenance base.

[0019]

[Embodiment of the Invention] <1. Gestalt > drawing 1 of the 1st operation is drawing showing the mechanical configuration of the substrate processor 100 which is the gestalt of implementation of the 1st of this invention, and drawing 2 is the block diagram showing the configuration of the control system of the substrate processor

00. Moreover, drawing 3 is a timing diagram which shows actuation of the substrate processor 100 by the control system shown in drawing 2.

020] As shown in drawing 1 The substrate processor 100 counters with the maintenance base 121 in the upper part of the motor 131 which is the driving source which rotates the maintenance base 121 holding a substrate 9, and the maintenance base 121, the cup 104 which encloses the perimeter of the side of the maintenance base 121, and the maintenance base 121. The pure-water feed zone 161 which supplies pure water towards the substrate 9 held on the maintenance base 121 from the center of the ambient atmosphere cutoff plate 151 arranged and the ambient atmosphere cutoff plate 151, and the raw gas which is the mixed gas of the nitrogen gas and IPA steam which were heated towards the substrate 9 from the center of the ambient atmosphere cutoff plate 151 It has the gas supply section 171 to supply.

021] Moreover, as shown in drawing 2 Actuation of the substrate processor 100 To the control section 108 to control, rotation of a motor 131 The gas supply control section 172 which controls the concentration of the amount of supply of the raw gas by the pure-water supply control section 162 which controls the pure-water amount of supply by the motor control section 132 and the pure-water feed zone 161 to control, and the gas supply section 171, and the IPA steam in raw gas etc. is formed. The motor control section 132, the pure-water supply control section 162, and the gas supply control section 172 are connected to a motor 131, the pure-water feed zone 161, and the gas supply section 171, respectively.

022] Next, the role of each part of the substrate processor 100 is explained.

023] Three pins 122 are formed on the maintenance base 121, and a substrate 9 is held by the horizontal position by three pins 122 and the rim section of a substrate 9 being engaged. The revolving shaft 123 which turns to the vertical direction in the center of an inferior surface of tongue of the maintenance base 121 is connected, and the other end of the lower part of a revolving shaft 123 is connected to the revolving shaft of a motor 131.

024] If a motor 131 rotates in response to a control signal from the motor control section 132, by such configuration, a substrate 9 will rotate in a horizontal plane with the maintenance base 121 in the state of a horizontal position. That is, in the substrate processor 100, a substrate 9 rotates a shaft perpendicular to the principal plane which passes along a core mostly as a medial axis.

025] It is always the magnitude of wrap extent, and the ambient atmosphere cutoff plate 151 is supported by the support shaft 152 connected to the upper part, makes the top face of the rotating substrate 9, and the ambient atmosphere cutoff plate 151 which counters the top face which is a principal plane of 1 of a substrate 9 placed in a fixed position.

026] The support shaft 152 serves as hollow tubing, and the double structure tube which consists of inside tube 161a and outside tube 171a is inserted in the interior. and the edge of a double structure tube — the ambient atmosphere cutoff plate 151 — almost — a center 9, i.e., a substrate, — in accordance with the shaft at the center of rotation, it has exposed to the inferior surface of tongue of the ambient atmosphere cutoff plate 151 mostly.

027] the pure water which inside tube 161a is connected to the pure-water feed zone 161, and is supplied from the pure-water feed zone 161 — inside tube 161a — minding — the top face of a substrate 9 — it is about supplied in the center. In case pure water is supplied to a substrate 9, a substrate 9 rotates with the maintenance base 121, the supplied pure water flows in the direction of a periphery along the top face of a substrate 9, and washing processing to a substrate 9 is performed. In addition, the pure water used for washing which disperses from the rim section of a substrate 9 is caught by the wrap cup 104, and the perimeters of a substrate 9 are collected.

028] On the other hand, outside tube 171a is connected to the gas supply section 171, and raw gas is supplied to the space between outside tube 171a and inside tube 161a. It has come to be able to perform the thing which the inferior surface of tongue of the ambient atmosphere cutoff plate 151 and for which raw gas is mostly applied to the top face of a substrate 9 from a center thereby.

029] Moreover, the thermocouple for measuring the temperature of the ambient atmosphere cutoff plate 151 is attached in the ambient atmosphere cutoff plate 151 as a thermometer 154. The temperature measured with a thermometer 154 is transmitted to the gas supply control section 172 which it is regarded as an equal by the temperature of a substrate 9, and is shown in drawing 2. The temperature from a thermometer 154 is used for concentration control of the IPA steam in raw gas in the gas supply control section 172.

030] As explained above, in this substrate processor 100, it is equipment which can perform not only the desiccation processing that can supply pure water now to a substrate 9, and is mentioned later but pure-water

washing of a substrate 9. In addition, other configurations of supplying a drug solution to the substrate processor 100 further may be prepared, and the substrate processor 100 turns into equipment which performs processing by a drug solution etc., washing processing, and desiccation processing after washing processing in this case. For example, may supply to a substrate the spin developer who supplies a developer and develops the photoresist film on the front face of a substrate, and the other drug solutions which have chemical effect like an acid or alkali, may supply to a substrate the liquid pressurized by high pressure, may **** a substrate front face with a brush, or it may become equipment with which the configuration shown in the various rotating-type substrate processors which process supplying the liquid which carries out supersonic vibration to a substrate front face etc. at drawing 1 was prepared.

[0031] Next, supply actuation of the raw gas in the desiccation processing after pure-water washing by the substrate processor 100 and rotation actuation of a substrate 9 are explained.

[0032] Drawing 3 is a timing diagram which shows actuation of the substrate processor 100. The process which the process shown with the sign P1 in drawing 3 shows a part of washing process, and is shown with a sign P2 shows the desiccation process after pure-water washing. In addition, these actuation is performed by the motor control section 132, the pure-water supply control section 162, and the gas supply control section 172 in the control section 108 shown in drawing 2.

[0033] In a washing process, while pure water is supplied to a substrate 9 from the pure-water feed zone 161, a substrate 9 rotates at the low speed which is 500rpm extent. Thereby, the pure water of the top face of a substrate 9 mostly supplied in the center (namely, center of rotation) flows the top face of a substrate 9 in the direction of a periphery, and washing to a substrate 9 is performed.

[0034] If washing processing is completed (time of day TM 1 shown in drawing 3), while suspending supply actuation of pure water, a substrate 9 will be rotated for 2 to 3 seconds at the high speed of 1500 - 3000rpm extent. Thereby, the great portion of pure water adhering to a substrate 9 is shaken off by the centrifugal force, and it is removed quickly. In addition, although a great portion of pure water is removed by this high-speed rotation from a substrate 9, it will be in the condition that minute waterdrop still remains to the step (level difference) formed in the minute hole which exists in the front face of a substrate 9, or the front face of a substrate 9.

[0035] Moreover, raw gas is supplied to the top face of a substrate 9 in a minute in about 100l. /from the gas supply section 171 at completion and coincidence (time of day TM 1) of washing processing.

[0036] If high-speed rotation for 2 - 3 seconds of a substrate 9 is performed (time of day TM1-TM2 shown in drawing 3), the pure water adhering to a substrate 9 will be in the condition of only minute waterdrop. Then, the rotational speed of a substrate 9 is again returned to the low speed of 100 - 500rpm extent, and a substrate 9 rotates for 20 to 30 seconds in this condition. Moreover, from the gas supply section 171, raw gas continues being supplied to a substrate 9 in the meantime.

[0037] If the above process is completed (time of day TM 3 shown in drawing 3), the desiccation processing to a substrate 9 is ended, and while suspending rotation actuation of a substrate 9, gas supply actuation will also be suspended.

[0038] Next, the condition of the substrate processor 100 in actuation of the desiccation processing shown in drawing 3 and the situation of advance of desiccation of a substrate 9 are explained.

[0039] First, at the process which makes a high speed rotate the substrate 9 in time of day TM1-TM2, from a substrate 9, as the great portion of pure water adhering to a substrate 9 disperses, it is removed. Although raw gas is supplied to the substrate 9 in the amount for /of 100l. at this time, this amount of supply is the amount which cannot say the ambient atmosphere of the top face of a substrate 9 as sufficient amount to maintain in the ambient atmosphere of raw gas. That is, as the atmospheric air which exists in the exterior of a cup 104 or the ambient atmosphere cutoff plate 151 by high-speed rotation of a substrate 9 and the maintenance base 121 from the clearance G between a cup 104 and the ambient atmosphere cutoff plate 151 is involved in rotation of a substrate 9 and the maintenance base 121, it advances to the cup 104 interior.

[0040] Thus, when a substrate 9 is rotated at high speed, the ambient atmosphere of the top face of a substrate 9 is not maintained by the ambient atmosphere of sufficient raw gas, but 2 - 3 seconds, and since the time amount to which high-speed rotation is carried out is short, a substrate 9 and oxygen do not react through pure water, and a watermark does not generate it.

[0041] If it finishes removing the great portion of pure water adhering to a substrate 9, from time of day TM 2, the rotational speed of a substrate 9 will decrease and will be relatively changed into low speed low-speed rotation to high-speed rotation. The substrate 9 which is carrying out low-speed rotation, and the maintenance

ase 121 can prevent that the atmospheric air of the cup 104 exterior advances into the top face of a substrate only by the operation which involves in a surrounding air current supplying 100l. the raw gas for /, since it is ow compared with the time of high-speed rotation. Thereby, the ambient atmosphere of the top face of a substrate 9 is fully maintainable in the ambient atmosphere of raw gas.

0042] By carrying out continuation of such low-speed rotation and the supply of raw gas for 20 to 30 seconds during time of day TM2-TM3), the minute waterdrop which remains to the minute hole and minute step on a substrate 9 is dried. Of course, since the surroundings of waterdrop are the ambient atmosphere of raw gas where oxygen does not exist, in case minute waterdrop dries, a watermark does not generate them.

0043] Drawing 4 is a timing diagram for explaining other gestalten of supply actuation of the raw gas in the case of desiccation processing of the substrate processor 100, and rotation actuation of a substrate 9. In addition, the time of day [TM / TM and / 3] 1 shown in drawing 4 supports what is shown in drawing 3 .

0044] Although a substrate 9 will be rotated at the high speed between 2 - 3 seconds in 1500 - 3000rpm like the desiccation actuation shown in drawing 3 in the desiccation actuation shown in drawing 4 if washing processing is completed in time of day TM 1, supply of raw gas is not performed at this time. And while suspending rotation of a substrate 9 after scattering of the pure water from the substrate 9 by high-speed rotation actuation, raw gas is supplied for 20 to 30 seconds by 100l. the flow rate for /(time of day TM2-TM3).

0045] Like previous statement, even if it is short compared with the time amount required since a watermark is generated and oxygen is contained in the ambient atmosphere of the top face of the substrate 9 in the meantime, a watermark does not generate the time amount of 2 - 3 seconds which is performing high-speed rotation in a substrate 9. Therefore, suspending supply of raw gas during high-speed rotation of a substrate 9, as shown in drawing 4 does not pose a problem. Namely, if initiation of supply of raw gas is before time of day TM 2 desiccation processing is time of day TM1-TM2 substantially since it is started from time of day TM 1), it is good always. For example, that what is necessary is just to perform gas supply actuation from time of day TM 1 as it is shown in drawing 3 , if the amount of gas supply, temperature, a component, etc. are stabilized in about 2 seconds after supply initiation of raw gas If it is mostly stabilized in coincidence with gas supply initiation and raw gas can be supplied, as shown in drawing 4 , what is necessary is just made to perform gas supply actuation from time of day TM 2. If it puts in another way, supply of gas should just come to be performed after pure water is removed by high-speed rotation at least.

0046] Completion of removal of the pure water of most on the substrate 9 by high-speed rotation stops rotation actuation of a substrate 9 in the desiccation actuation shown in drawing 4 (time of day TM 2). Rotation of the substrate 9 in desiccation actuation is actuation performed in order to disperse pure water from a substrate 9 chiefly, and it is because a substrate 9 does not necessarily need to be rotation operated in order to remove the minute waterdrop which remains to the hole and step on a substrate 9. Moreover, by suspending rotation actuation of a substrate 9, the contamination of the air current of the perimeter by rotation of a substrate 9 or the maintenance base 121 does not arise, but it becomes possible to maintain the ambient atmosphere of the top face of a substrate 9 easily in the ambient atmosphere of raw gas.

0047] Thus, the desiccation actuation shown in drawing 4 is what carried out rotation actuation of the substrate in the desiccation actuation shown in drawing 3 , and supply actuation of raw gas to still more efficient situation.

0048] Next, the approach of concentration control of the IPA steam in the raw gas by the gas supply control section 172 is explained.

0049] Drawing 5 is drawing showing the configuration of the gas supply section 171, and the connection relation of each configuration centering on the gas supply control section 172. The gas supply section 171 equips the vaporation tub 201 which evaporates liquefied IPA, the 1st or the 3rd piping 211-213, the 1st or the 4th temperature sensor 221-224, the 1st or the 4th temperature control section 231-234, the 1st or the 4th heater 241-244, the concentration detection sensor 251, the 1st and 2nd massflow controllers 261 and 262, and a list with the input section 207 which receives the input from an operator. In addition, in the following explanation, the 1st thru/or 4th temperature control section 231-234 calls the 1st thru/or 4th TC (Temperature Controller) 231-234, and presupposes that the 1st and 2nd massflow controllers 261 and 262 are called 1st and 2nd MFC (Mass flow Controller) 261 and 262. Moreover, the nitrogen source of supply 8 is installed in the exterior of the substrate processor 100. Next, each part concerning concentration control of an IPA steam is explained more concretely.

0050] First, the nitrogen source of supply 8 is storing nitrogen gas in the interior. Although this nitrogen gas is used for various applications, such as carrying out the warm up of the piping, by typical substrate down stream

rocessing, it is used mainly as carrier gas with the substrate processor 100. Moreover, on the other hand, it connects with the edge, and this nitrogen source of supply 8 sends out the nitrogen gas currently stored in the interior to the 1st piping 211 by [of the 1st piping 211] being pressurized from the outside.

[0051] The 1st piping 211 dichotomizes first the nitrogen gas sent in from the nitrogen source of supply 8. While dichotomized and nitrogen gas is drawn by the 3rd piping 213 (after-mentioned). The nitrogen gas of another side is drawn by the 1st piping 211 as it is, and is supplied to the evaporation tub 201 (after-mentioned) connected to the another side edge of the 1st piping 211. 1st MFC261 is interposed in this 1st piping 211. Under control of the gas supply control section 172 which is mentioned later, 1st MFC261 controls internal control-valve 261a, and adjusts the flow rate of the nitrogen gas led to the 1st piping 211 to the predetermined flow rate QMFC1. Moreover, near the another side edge of the 1st piping 211, the 1st heater 241 which heats the nitrogen gas which can draw the inside of the 1st piping 211 under control of 1st TC231 which is mentioned later is installed.

[0052] Liquefied IPA or other processing liquid is beforehand stored by the evaporation tub 201, and the 2nd heater 242 which heats liquefied IPA is further formed in it under control of 2nd TC232 which is mentioned later. Furthermore, the actual temperature of liquefied IPA is measured to the evaporation tub 201, and the 4th temperature sensor 224 which sets the measurement result to TDET4, and is outputted to 2nd TC232 is formed in it. Within the evaporation tub 201, liquefied IPA disappears as a result of heating at the 2nd heater 242. Moreover, nitrogen gas (flow rate QMFC1) is supplied to this evaporation tub 201 through the 1st piping 211. Consequently, within the evaporation tub 201, the mixed gas of the steam of IPA and nitrogen gas is generated as concentration non-adjusted raw gas. Furthermore, this evaporation tub 201 sends out concentration the non-adjusted raw gas of the 2nd piping 212 which connects with the edge on the other hand, and was generated inside to the 2nd piping 212. The flow rate of the raw gas sent out to this 2nd piping 212 will serve as QMFC1+QIPA, if the flow rate of the steam of IPA is set to QIPA.

[0053] As mentioned above, the one side edge is connected with the 1st piping 211, while dichotomized and the 3rd piping 213 draws nitrogen gas. The another side edge of this 3rd piping 213 is connected with the 2nd piping 212. 2nd MFC262 is interposed in this 3rd piping 213. Under control of the gas supply control section 172 which is mentioned later, 2nd MFC262 controls internal control-valve 262a, and adjusts the flow rate of the nitrogen gas led to the 3rd piping 213 to the predetermined flow rate QMFC2. Moreover, near the another side edge of the 3rd piping 213, the 3rd heater 243 which heats the nitrogen gas which can draw the inside of the 3rd piping 213 under control of 3rd TC233 which is mentioned later is installed.

[0054] The another side edge is connected to outside tube 171a which penetrates the ambient atmosphere cutoff plate 151, and the 2nd piping 212 draws the raw gas which should be breathed out from outside tube 171a. First, on the other hand near the edge (the near evaporation tub 201), the 1st temperature sensor 221 which measures the actual temperature which the raw gas which is not adjusted immediately after [this 2nd piping 212] sending out from the evaporation tub 201 has, sets that measurement result to TDET1, and is outputted to 1st and 2nd TCs 231 and 232 is installed. This TDET1 is used when 1st and 2nd TCs 231 and 232 control the temperature of the 1st and 2nd heaters 241 and 242. Furthermore, the 3rd piping 213 is connected near the one side edge of this 2nd piping 212. The raw gas sent out from the evaporation tub 201 in this connecting location is diluted by the nitrogen gas drawn by the 3rd piping 213, and the flow rate (the total flow is called hereafter) of the diluted raw gas serves as $QMFC1+QMFC2+QIPA=Q_{total}$. By the way, although the raw gas immediately after sending out from the evaporation tub 201 is saturated steam and tends to dew, the IPA steam contained in raw gas stops being able to dew easily by diluting with the nitrogen gas which can draw the 3rd piping 213. In addition, as for the 3rd piping 213, from a viewpoint of preventing dew condensation of an IPA steam, it is desirable to connect with the 2nd piping 212 as much as possible in the evaporation tub 201 and a near part.

[0055] Moreover, near the connecting location of the 2nd and 3rd piping 212 and 213, the actual temperature which the raw gas diluted with the connecting location has is measured, and the 2nd temperature sensor 222 which sets the measurement result to TDET2, and is outputted to 3rd TC233 is installed. This TDET2 is used when 3rd TC233 controls the temperature of the 3rd heater 243. Moreover, near the another side edge of the 2nd piping 212 (ambient atmosphere cutoff plate 151 side), the actual concentration of the IPA steam contained in the diluted raw gas is measured, and the concentration detection sensor 251 outputted to the gas supply control section 172 by setting the measurement result to CDET is interposed. This CDET is used when the gas supply control section 172 controls the flow rate of 1st and 2nd MFC 261 and 262. As for this concentration detection sensor 251, the thing of optical or a combustion equation is used typically. Moreover, the 3rd temperature sensor 223 which measures the actual temperature which the 4th heater 244 which heats the

iluted raw gas, and the raw gas heated at the 4th heater 244 have, sets the measurement result to TDET3, and outputted to 4th TC234 under control of 4th TC234 which is later mentioned near the another side edge of the 2nd piping 212 is installed. This TDET3 is used when 4th TC234 controls the 4th heater 244.

[0056] Finally the diluted raw gas which can draw this 2nd piping 212 is breathed out from the ambient atmosphere cutoff plate 151 to a substrate 9, and is used as raw gas with which concentration adjustment of [in the case of above-mentioned desiccation processing] was carried out.

[0057] Next, the gas supply control section 172 is explained. As shown in drawing 6, CPU301, ROM302 and RAM303, and the interface section 304 are connected to the gas supply control section 172 possible [a communication link]. As CPU301 is mentioned later, it controls actuation of the substrate processor 100 in generalization. The control program 321 for actuation of the substrate processor 100 is stored in ROM302. RAM303 is used as a working area for actuation of CPU301. The interface section 304 is connected to the 1st thru/or 4th TC 231-234 of the exterior of the gas supply control section 172, the concentration detection sensor 251, 1st and 2nd MFC261, and 262 lists possible [the input section 207 and a communication link]. The input section 207 contains the display, the keyboard, etc. and the target parameter which serves as desired value of control of the substrate processor 100 by this is set up by the operator.

[0058] Actuation of the concentration control by the gas supply section 171 and the gas supply control section 172 which are constituted as mentioned above etc. is explained below. In addition, in the following explanation, the gas supply control section 172 points out beforehand operating using RAM303 as a working area according to the control program 321 with which internal CPU301 is beforehand stored in ROM302.

[0059] First, CPU301 is contained in the control program 321, starts the processing program (the so-called recipe) for setting up an above-mentioned target parameter, and displays the screen for a target parameter setup on the display of the input section 207. Answer this display, and if the screen are above-mentioned [an operator] to the display top of the input section 207 in the screen is displayed Although various target parameters must be set up, what is needed especially for the gestalt of this operation outside tube 171a (the clearance between outside tube 171a and inside tube 161a —) It is the concentration CIPA of the IPA steam contained in the temperature Tgas of the raw gas breathed out from the total flow Qtotal of the raw gas breathed out from it being the same as that of the following, and outside tube 171a, and raw gas. The substrate processor 100 performs as desired processing of an operator to a substrate 9 by adjusting the concentration and temperature of raw gas which are supplied to a substrate 9 based on three target parameters Qtotal, Tgas, and CIPA. After CPU301 receives three target parameters set up by the operator through the interface section 304 from the input section 207, it is stored in RAM303. Then, the washing process and desiccation process by the substrate processor 100 are started. Although the process of these processings is as stated above, it explains below focusing on concentration control of the IPA steam in the raw gas in a desiccation process.

[0060] CPU301 of the gas supply control section 172 performs a standby process according to a control program 321 as the preliminary process before a desiccation process is started, or a preliminary process of the phase of the beginning of a desiccation process. First, CPU301 notifies the fixed temperature T0 beforehand set in the control program 321 to the 1st thru/or 3rd TC 231-233 through the interface section 304. This constant temperature T0 is chosen as suitable temperature in relation to the maximum vapor tension of liquefied IPA currently stored in the evaporation tub 201 (for example, about 66 degrees C). That is, this maximum vapor tension also becomes it low that constant temperature T0 is a low value relatively, and it is hard coming to secure the flow rate of the IPA steam generated within the evaporation tub 201 in a desiccation process. Consequently, the trouble of being hard coming to secure the concentration CIPA of the IPA steam contained in the total flow Qtotal of the raw gas set up by the operator and it occurs. Therefore, constant temperature T0 is preferably chosen as suitable temperature which such a trouble does not generate. In addition, although the gestalt of this operation is explained from a viewpoint of the simplification of explanation that this constant temperature T0 is beforehand set in the control program 321, this constant temperature T0 may constitute the substrate processor 100 so that it may be set up by the operator through the input section 207.

[0061] The 1st thru/or 3rd TC 231-233 adjust whenever [1st / ** / thru/or stoving temperature / of the 3rd heater 241-243] to constant temperature T0 while holding the constant temperature T0 notified by CPU301 inside. By this, the 1st heater 241 begins to heat the 1st piping 211 with constant temperature T0, the 2nd heater 242 begins to heat liquefied IPA in the evaporation tub 201 with constant temperature T0, and the 3rd heater 243 begins to heat the 3rd piping 213 with constant temperature T0. Such heating is performed throughout a desiccation process.

[0062] At a standby process, the nitrogen gas of the minute flow Q0 (for example, 10 [l/min]) beforehand set as

he control program 321 is drawn in the 3rd piping 213 and the 2nd piping 212. Since the nitrogen gas of this minute flow Q_0 is heated at the 3rd heater 243, the 2nd piping 212 is heated. Even if the raw gas which contains an IPA steam at a desiccation process can draw the inside of the 2nd piping 212 by this, an IPA steam stops being able to dew easily. In addition, since an IPA steam is not needed at this standby process, the nitrogen gas of a minute flow rate is not led to the 1st piping 211.

[0063] In the case of the example of the desiccation actuation shown in drawing 4, in parallel to while the standby process is continuing, the pure water which rotated the substrate 9 at the high speed and has adhered to the substrate 9 is removed by the maintenance base 121 side (time of day TM1-TM2 shown in drawing 4). In addition, a standby process may be performed in process [the washing processing performed in advance of desiccation processing]. Moreover, when processing one substrate 9 at a time continuously, a standby process may be performed only at the time of starting of equipment.

[0064] If a standby process is completed and high-speed rotation of a substrate 9 is performed for 2 to 3 seconds, the raw gas with which the concentration of the IPA steam explained below was adjusted will be breathed out by the substrate 9 (time of day TM2-TM3 shown in drawing 4). IPA included in raw gas disappears, after being permuted by the drop of the pure water which **** on substrate 9 front face. Consequently, a substrate 9 is fully dried, without leaving a drop to a front face. Thus, a desiccation process is performed in the substrate processor 100.

[0065] Next, it explains in full detail about concentration control of the IPA steam in raw gas.

[0066] As mentioned above, the total flow Q_{total} , temperature T_{gas} , and concentration C_{IPA} are beforehand stored in RAM303 (working area) of the gas supply control section 172. CPU301 of the gas supply control section 172 determines the flow rate Q_{MFC1} of the nitrogen gas led to the 1st piping 211, and the flow rate Q_{MFC2} of the nitrogen gas led to the 3rd piping 213 according to a control program 321, in order to initialize the concentration of the IPA steam first contained in raw gas, when generating raw gas required for a desiccation process. Therefore, CPU301 multiplies by the total flow Q_{total} and concentration C_{IPA} which are stored now [RAM / 303], and calculates the flow rate Q_{IPA} of the IPA steam which must be contained in the raw gas supplied to a substrate 9 this time. For example, according to the recipe which the operator mentioned above, it is assumed that Q_{total} was set up with 100 [l/min] and concentration C_{IPA} was set up with 5%. If this assumption is followed, a flow rate Q_{IPA} will be set to 5 [l/min].

[0067] A setup of the concentration C_{IPA} by the operator may be performed in response to assistance of the gas supply section 171 shown in drawing 5. As shown in drawing 5, the temperature of the ambient atmosphere cutoff plate 151 measured with the thermometer 154 is inputted into the gas supply control section 172. Since the ambient atmosphere cutoff plate 151 and the substrate 9 are mutually close, there is no big difference between the temperature T_W of a substrate 9, and the temperature of the ambient atmosphere cutoff plate 151. Then, in quest of the concentration (henceforth "saturated concentration") from which an IPA steam serves as maximum vapour tension in the temperature from a thermometer with reference to the table 322 (drawing 7) which this gas supply control section 172 mentions later, it displays on a display. Here, since the saturated concentration of the IPA steam in the case of 25-degree C temperature is 5.85%, an operator inputs 5% which is the value which is less than 5.85%. Thereby, even if raw gas of 5% of concentration of an IPA steam is breathed out by the substrate 9, it can prevent that an IPA steam dews on the front face of a substrate 9. Consequently, proper desiccation processing can be performed.

[0068] By the way, as mentioned above, liquefied IPA in the evaporation tub 201 is constant temperature T_0 (with the gestalt of this operation, heated so that it may become 66 degrees C.). The maximum vapor tension of an IPA steam has the most important value to temperature. Now, saturated concentration of the IPA steam used as the maximum vapor tension under this constant temperature T_0 is made into $X_0\%$. Moreover, since the saturated concentration of an IPA steam can be expressed with the ratio of the flow rate Q_{IPA} of IPA required this time, and the flow rate ($Q_{MFC1}+Q_{IPA}$) of the raw gas sent out out of the evaporation tub 201, several 1 is materialized, and Q_{MFC1} can be found by several 2.

[0069]

[Equation 1]

$$X_0 = Q_{IPA} / (Q_{MFC1} + Q_{IPA})$$

[0070]

[Equation 2]

$$Q_{MFC1} = Q_{IPA} \times (1 - X_0) / X_0$$

0071] Here, the saturated concentration X_0 of an IPA steam is known physical quantity, and with the gestalt of this operation, as a control program 321 is shown in drawing 6, the value of the saturated concentration X_0 to temperature T_0 contains beforehand the table 322 (refer to drawing 7) indicated beforehand. Now, saturated concentration X_0 assumes that it is 50% at temperature $T_0=66$ degree C as indicated by this table 322 (refer to drawing 7). In addition, this saturated concentration X_0 expounds on assuming not a right value but the viewpoint of the simplification of explanation to such a value here. If this assumption is followed, QMFC1 will be set to 5 [l/min] from two upper types.

0072] Moreover, the raw gas (flow rate $QMFC1+Q_{IPA}$) sent out from the evaporation tub 201 is diluted in the connecting location of the 2nd piping 212 and the 3rd piping 213 by the nitrogen gas (flow rate QMFC2) drawn by the 3rd piping 213. Therefore, since the total flow Q_{total} of the raw gas finally supplied to a substrate 9 is expressed with several 3, QMFC2 can be found from several 4.

0073]

Equation 3]

$$Q_{total} = Q_{MFC1} + Q_{MFC2} + Q_{IPA}$$

0074]

Equation 4]

$$Q_{MFC2} = Q_{total} - (Q_{MFC1} + Q_{IPA})$$

0075] If an above-mentioned assumption is followed, QMFC2 will be set to 90 [l/min] from four upper types.

0076] CPU301 of the gas supply control section 172 notifies the flow rate QMFC1 (the gestalt of this operation [l/min]) calculated as mentioned above to 1st MFC261 through the interface section 304, and notifies a flow rate QMFC2 (the gestalt of this operation 90 [l/min]) to 2nd MFC262 through the interface section 304. According to the notified flow rates QMFC1 and QMFC2, 1st and 2nd MFC 261 and 262 opens the internal control valves 261a and 262a so that flow rates QMFC1 and QMFC2 may be obtained within the 1st and 3rd piping 211 and 213.

0077] Then, the nitrogen source of supply 8 is a predetermined flow rate, and sends out the nitrogen gas of ordinary temperature. The nitrogen gas sent out from the nitrogen source of supply 8 dichotomizes immediately after, and is drawn by the 1st and 3rd piping 211 and 213. First, the nitrogen gas which can draw the inside of the 1st piping 211 is controlled by 1st MFC261 by the flow rate QMFC1, and after being heated so that it may become constant temperature T_0 at the 1st heater 241 further, it is introduced into the evaporation tub 201. In the evaporation tub 201, as mentioned above, the IPA steam has occurred. If nitrogen gas (carrier gas) is introduced in the evaporation tub 201 which is generating the IPA steam, mixed gas with raw gas, i.e., an IPA steam, and nitrogen gas will be generated. This generated raw gas is sent out to the 2nd piping 212 from the evaporation tub 201. On the other hand, the nitrogen gas which can draw the inside of the 3rd piping 213 is controlled by 2nd MFC262 by the flow rate QMFC2, and after being heated so that it may become constant temperature T_0 at the 3rd heater 243 further, it is introduced into the 2nd piping 212.

0078] Therefore, the raw gas sent out from the evaporation tub 201 The flow rate of the raw gas which was diluted with the connecting location of the 2nd piping 212 and the 3rd piping 213, consequently was diluted by the nitrogen gas which can draw the inside of the 3rd piping 213 ($QMFC1+QMFC2+Q_{IPA}$) It is set to $=Q_{total}$, and the concentration of the IPA steam in the diluted raw gas serves as $Q_{IPA}/(QMFC1+QMFC2+Q_{IPA}) = C_{IPA}$ so that clearly also from ****. This diluted raw gas can draw the inside of the 2nd piping 212, and soon, after a temperature up is carried out to temperature T_{gas} at the 4th heater 244, it is supplied to a substrate 9 from outside tube 171a. Consequently, the desiccation process mentioned above is performed within the substrate processor 100. The temperature of the raw gas supplied to a substrate 9 is T_{gas} , the concentration of the IPA steam contained in raw gas is C_{IPA} , and the total flow of raw gas is Q_{total} so that clearly also from the above explanation. These are the target parameters itself set up by the operator. Thus, the concentration of the IPA steam in raw gas is decided by the substrate processor 100 with the ratio of the flow rate of the 1st and 3rd piping 211 and 213 to the total flow, and it is not decided by temperature of liquefied IPA in an evaporation tub before. Thus, since the substrate processor 100 can control the concentration of the IPA steam in raw gas, without changing the evaporation conditions of liquefied IPA where heat capacity is large, it can control the concentration of an IPA steam quickly as desired [an operator].

0079] In the substrate processor 100, raw gas is generated as mentioned above and supplied from outside tube

71a to a substrate 9. Furthermore, while the substrate processor 100 is generating raw gas, it is the following, and is making and controlling the concentration of the IPA steam contained all the time in the raw gas supplied to a substrate 9, and whenever [1st / ** / thru/or stoving temperature / of the 4th heater 241-244].

0080] First, concentration control of an IPA steam is explained. As mentioned above, the concentration detection sensor 251 is formed on the 2nd piping 212. This concentration detection sensor 251 is carrying out the firm measurement of the concentration of the IPA steam contained in the raw gas supplied to a substrate 9, and outputs it to the gas supply control section 172 by setting that measurement result to CDET. CPU301 (refer to drawing 6) of the gas supply control section 172 receives CDET through the interface section 304. Moreover, CIPA (desired value) which is the concentration of the IPA steam required this time set to RAM303 of the gas supply control section 172 by the operator is held. Based on the deflection between CIPA which is desired value, and the actual concentration CDET, CPU301 performs PID (Proportional-plus-integral-plus-derivative) actuation preferably, and tunes the flow rate of 1st MFC261 finely. Thus, based on the measurement result CDET of the concentration detection sensor 251, feedback control of the flow rate of 1st MFC261 is carried out. Here, when tuning the flow rate QMFC1 of 1st MFC261 finely and not tuning the flow rate QMFC2 of 2nd MFC262 finely, the total flow Qtotal of the raw gas supplied to a substrate 9 changes. However, since the amount of adjustments of 1st MFC261 is minute, there is little need of tuning the flow rate QMFC2 of 2nd MFC262 finely, and always obtaining the fixed total flow Qtotal. However, the flow rate QMFC2 of 2nd MFC262 may also be finely tuned so that the fixed total flow Qtotal can be obtained.

0081] Thus, the substrate processor 100 measures the current concentration of an IPA steam directly, and in order to tune the flow rate QMFC1 of 1st MFC261 finely at least based on the measurement result, it is carrying out feedback control. By this, as desired desiccation processing of an operator can be performed to a substrate 9.

0082] Next, the temperature control of the 1st heater 241 is explained. As mentioned above, the 1st temperature sensor 221 is formed on the 2nd piping 212. This 1st temperature sensor 221 is carrying out the firm measurement of the actual temperature which the raw gas immediately after sending out from the evaporation tub 201 has, sets that measurement result to TDET1, and outputs it to 1st TC231. The constant temperature T0 notified by CPU301 is held at 1st TC231. Based on the deflection between constant temperature T0 and the actual temperature TDET1, 1st TC231 performs PID action preferably, and performs feedback control for tuning whenever [stoving temperature / of the 1st heater 241] finely. Thus, since the nitrogen gas which can draw the 1st piping 211 is heated so that the temperature of the raw gas sent out from the evaporation tub 201 may turn into constant temperature T0, it can also control the concentration of the IPA steam decided by temperature of raw gas to fixed concentration as desired [an operator]. Therefore, in the substrate processor 100, concentration change of the IPA steam by nitrogen gas being introduced into an evaporation tub 201 like before stops being able to happen easily. By this, as desired desiccation processing of an operator can be performed to a substrate 9.

0083] Next, the temperature control of the 2nd heater 242 is explained. The 1st temperature sensor 221 mentioned above outputs TDET1 also to 2nd TC232. As mentioned above also in 2nd TC232, constant temperature T0 is held. 2nd TC232 also performs PID action preferably, and performs feedback control for tuning whenever [stoving temperature / of the 2nd heater 242] finely. [as well as 1st TC231] Thus, since liquefied IPA currently stored by the evaporation tub 201 is heated so that the temperature of the raw gas sent out from the evaporation tub 201 may turn into constant temperature T0, it can also control the concentration of the IPA steam decided by temperature of raw gas to constant temperature as desired [an operator]. By this, as desired desiccation processing of an operator can be performed to a substrate 9.

0084] Next, the temperature control of the 3rd heater 243 is explained. As mentioned above, the 2nd temperature sensor 222 is formed in the 2nd piping 212. This 2nd temperature sensor 222 is carrying out the firm measurement of the actual temperature of the diluted raw gas (flow rate Qtotal), sets that measurement result to TDET2, and outputs it to 3rd TC233. As mentioned above also in 3rd TC233, constant temperature T0 is held. Based on the deflection between constant temperature T0 and the actual temperature TDET2, 3rd TC233 performs desirable above-mentioned PID action, and performs feedback control for tuning whenever [stoving temperature / of the 3rd heater 243] finely. Thus, since the nitrogen gas which can draw the 3rd piping 213 is heated so that the temperature of the diluted raw gas may turn into constant temperature T0, it does not cause the temperature fall of the diluted raw gas. Therefore, the concentration of the IPA steam decided by temperature of the diluted raw gas can be controlled now to fixed concentration as desired [an operator]. By this, as desired desiccation processing of an operator can be performed to a substrate 9.

0085] As explained above, the substrate processor 100 does not control the concentration of the IPA steam in raw gas based on the temperature of liquefied IPA currently stored in the evaporation tub 201, but it measures the concentration of the raw gas itself which can draw the 2nd piping 212, tunes finely the flow rate of the nitrogen gas which can draw the inside of the 1st piping 211 at least based on this measurement result, and is controlling the concentration of the IPA steam in raw gas. Therefore, the substrate processor 100 can perform as desired desiccation processing of an operator to a substrate 9. Moreover, in concentration control of an IPA steam, feedback control of the nitrogen gas which can draw the temperature and the 1st piping 211 of liquefied IPA is carried out to constant temperature T0 based on the temperature which the raw gas immediately after coming out from the evaporation tub 201 has. Since the temperature of liquefied IPA in the evaporation tub 201 cannot change easily even if nitrogen gas is introduced in the evaporation tub 201, that is, the IPA steam in raw gas always has an operator's as desired concentration by this, as for the substrate processor 100, as desired desiccation processing of an operator can be performed to a substrate 9.

0086] Next, the temperature control of the 4th heater 244 is explained. As mentioned above, the 3rd temperature sensor 223 is formed on the 2nd piping 212. This 3rd temperature sensor 223 is carrying out the temperature measurement of the actual temperature of the diluted raw gas (flow rate Qtotal), sets that measurement result to TDET3, and outputs it to 4th TC234. The temperature Tgas of the raw gas supplied to 4th TC234 to a substrate 9 as mentioned above is held. Based on the deflection between the predetermined temperature Tgas and the actual temperature TDET4, 4th TC234 performs desirable above-mentioned PID action, and performs feedback control for tuning whenever [stoving temperature / of the 4th heater 244] finely. Thus, based on the actual temperature which the raw gas supplied to a substrate 9 has, feedback control of the 4th heater 244 is carried out just before the delivery of outside tube 171a. Therefore, the temperature of raw gas is maintained at the temperature Tgas for which an operator always wishes. In the desiccation process mentioned above, not only the concentration of the IPA steam in raw gas but the temperature of raw gas is concerned with the drying of a substrate 9. That is, the temperature of substrate 9 the very thing rises, and the temperature of the raw gas supplied enables it to evaporate the drop which entered the fine slot formed in the substrate 9. By this, desiccation processing as expected [an operator] can be more suitably performed to a substrate 9.

0087] In addition, during desiccation processing, since temperature is [the temperature Tgas of the raw gas generally breathed out rather than the temperature TW of a substrate 9 at the time of initiation of desiccation processing] higher, although the temperature of a substrate 9 rises, it does not fall. Therefore, also in the way of desiccation processing, whenever concentration lower than the saturated concentration of the IPA steam of the raw gas in the temperature of the substrate 9 at the time of initiation of desiccation processing is set up, the concentration of an IPA steam is maintained so that it may be less than saturated concentration.

0088] Next, a series of substrate down stream processing is completed, and the following actuation is performed in order to change the concentration of the IPA steam in raw gas, the substrate processor 100 keeping the total flow of raw gas constant, when shifting to new substrate down stream processing. First, an operator sets up three new target parameters Qtotal, Tgas, and CIPA according to the recipe mentioned above. Next, the substrate processor 100 performs a standby process and shifts to the desiccation process after a washing process. When it shifts to a desiccation process, the total flow Qtotal, temperature Tgas, and concentration CIPA are stored in RAM303 (working area) of the substrate processor 100. As mentioned above, the substrate processor 100 initializes a flow rate QMFC1 and a flow rate QMFC2 first. Therefore, CPU301 multiplies by the total flow Qtotal and concentration CIPA, and calculates a flow rate QIPA. For example, supposing an operator assumes that it is that to which IPA saturated concentration [in / for Qtotal / the measurement temperature of a substrate 9] exceeds 10% again with 100 [l/min] and sets up concentration CIPA with 10% this time according to a recipe, a flow rate QIPA will be set to 10 [l/min].

0089] Liquefied IPA in the evaporation tub 201 is heated so that it may become constant temperature T0 (saturated concentration X0%). At this time, QMFC1 is set to 10 [l/min] from several 2. Moreover, QMFC2 is set to 80 [l/min] from several 4. The 1st MFC261 and 2nd MFC262 of the substrate processor 100 open the internal control valves 261a and 262a so that the flow rate QMFC1 (the gestalt of this operation 10 [l/min]) and flow rate QMFC2 (the gestalt of this operation 80 [l/min]) which were calculated as mentioned above may be obtained.

0090] Thus, the substrate processor 100 can change the concentration of the IPA steam in raw gas, keeping the total flow of raw gas constant by changing the flow rate of the nitrogen gas which can draw the flow rate and the 3rd piping 213 of nitrogen gas which are introduced in the evaporation tub 201. Thus, it is not necessary to change the temperature of liquefied IPA (it stores in the evaporation tub 201) where heat capacity is big in the

substrate processor 100. Therefore, according to the substrate processor 100, it can shift to the following substrate down stream processing easily in a short time.

[0091] Moreover, the following actuation is performed in order to change the total flow of raw gas similarly, the substrate processor 100 keeping constant the concentration of the IPA steam in raw gas, when shifting to new substrate down stream processing from the last substrate down stream processing. First, an operator sets up three new target parameters Q_{total} , T_{gas} , and C_{IPA} according to the recipe mentioned above. Next, the substrate processor 100 performs a standby process and shifts to the desiccation process after a washing process. The total flow Q_{total} , temperature T_{gas} , and concentration C_{IPA} are stored in RAM303 (working area) of the substrate processor 100 at the time of this shift. As mentioned above, the substrate processor 100 initializes a flow rate Q_{MFC1} and a flow rate Q_{MFC2} first. Therefore, CPU301 multiplies by the total flow Q_{total} and concentration C_{IPA} , and calculates a flow rate Q_{IPA} . For example, it is assumed that the operator set up Q_{total} with 200 [l/min] according to the recipe, and set up concentration C_{IPA} with 10% this time. If this assumption is followed, a flow rate Q_{IPA} will be set to 20 [l/min].

[0092] Liquefied IPA in the evaporation tub 201 is heated so that it may become constant temperature T_0 (saturated concentration X_0). At this time, Q_{MFC1} is set to 20 [l/min] from several 2. Moreover, Q_{MFC2} is set to 160 [l/min] from several 4. The 1st MFC261 and 2nd MFC262 of the substrate processor 100 open the internal control valves 261a and 262a so that the flow rate Q_{MFC1} (the gestalt of this operation 20 [l/min]) and low rate Q_{MFC2} (the gestalt of this operation 160 [l/min]) which were calculated as mentioned above may be obtained.

[0093] Thus, the substrate processor 100 can change the total flow of raw gas by changing the flow rate of the nitrogen gas which can draw the flow rate and the 3rd piping 213 of nitrogen gas which are introduced in the evaporation tub 201, keeping constant the concentration of the IPA steam in raw gas.

[0094] Thus, it is not necessary to change the temperature of liquefied IPA (it stores in the evaporation tub 201) where heat capacity is big in the substrate processor 100. Therefore, according to the substrate processor 100, it can shift to the following substrate down stream processing easily in a short time.

[0095] In addition, in the substrate processor 100 mentioned above, it is made for the 1st temperature sensor 221 to output the detection result T_{DET1} to 1st and 2nd TCs 231 and 232, and 1st and 2nd TCs 231 and 232 were carrying out feedback control of whenever [stoving temperature / of the 1st and 2nd heaters 241 and 242] based on T_{DET1} . However, in order to carry out feedback control of whenever [stoving temperature / of the 1st and 2nd heaters 241 and 242], the substrate processor 100 may be replaced with the 1st temperature sensor 221, and may use a concentration detection sensor. This concentration detection sensor measures the actual concentration of IPA contained in the raw gas sent out from the evaporation tub 201. Since the raw gas immediately after sending out from the evaporation tub 201 is saturated steam as mentioned above, if the concentration of an IPA steam can be measured, the temperature of raw gas will be searched for uniquely. Therefore, 1st and 2nd TCs 231 and 232 can also carry out feedback control of whenever [stoving temperature / of the 1st and 2nd heaters 241 and 242] based on the measurement result of this concentration detection sensor.

[0096] Moreover, it is made, as for the substrate processor 100 mentioned above, for the concentration detection sensor 251 to output the measurement result C_{DET} to the gas supply control section 172, and the gas supply control section 172 is made to carry out feedback control of the flow rate of 1st MFC261 at least based on C_{DET} . However, the gas supply control section 172 may use the measurement results T_{DET1} or T_{DET2} of not the detection result C_{DET} of the concentration detection sensor 251 but the 1st temperature sensor 221, or the 2nd temperature sensor 222, in order to carry out feedback control of the flow rate of 1st MFC261 at least. As mentioned above, the 1st temperature sensor 221 and 2nd temperature sensor 222 measure the temperature of the raw gas controlled by constant temperature (the gestalt of above-mentioned operation T_0). If constant temperature (T_0) can be measured a passage clear also from ****, the concentration of IPA contained in the raw gas which can draw the 2nd piping 212 will be called for uniquely. Therefore, the gas supply control section 172 can also carry out feedback control of the flow rate Q_{MFC1} of 1st MFC261 at least based on the measurement result of this 1st temperature sensor 221 or the 2nd temperature sensor 222.

[0097] Moreover, it is made, as for the substrate processor 100 mentioned above, for the 3rd temperature sensor 223 to output the measurement result T_{DET3} to 4th TC234, and 4th TC234 was carrying out feedback control of whenever [stoving temperature / of the 4th heater 244] based on T_{DET3} . However, for such feedback control, the substrate processor 100 may be replaced with the measurement result T_{DET3} of the 3rd temperature sensor 223, and may use the measurement result T_{DET2} of the 2nd temperature sensor 222. Thus,

ne measurement result TDET2 can be used because both the 2nd temperature sensor 222 and 3rd temperature sensor 223 are searching for the temperature of the raw gas which could draw the inside of the 2nd piping 212, and was diluted.

098] In addition, the gestalt of above-mentioned operation explained the IPA steam concretely. However, in each production process, such as a semiconductor device, not only an IPA steam but an organic solvent steam, steam, etc. are used as a processing steam. After these processing steam is also mixed with carrier gas, it is used in many cases, and the concentration of a processing steam also needs to be controlled correctly. The substrate processor 100 is applicable also about these processing steams.

099] As explained above, in this gas supply section 171, various physical elements of gas which flow from the nitrogen source of supply 8 to the delivery of outside tube 171a can be measured, and it can use as a concentration control parameter for controlling the concentration of an IPA steam [in / for this measured value / raw gas]. Moreover, even if it faces controlling concentration of an IPA steam, the physical element of gas which flows various parts is employable as a controlled system.

100] Like previous statement, the measured value of the concentration of the IPA steam in the gas which flows from a connecting location with the 3rd piping 213 to a delivery among the 2nd piping 212 can be directly used as a concentration control parameter.

101] Moreover, since the concentration of the IPA steam in raw gas can be calculated among the 2nd piping 212 like previous statement also from the measured value of the concentration of the IPA steam in the gas between the connecting locations of the evaporation tub 201 and the 3rd piping 213 when the flow rate of the gas which flows the 1st and 3rd piping 211 and 213 is known, it can use as a concentration control parameter.

102] Furthermore, since the temperature of liquefied IPA in the evaporation tub 201, the temperature of the gas which flows the 1st piping 211, and the temperature of the gas immediately after leading to the 2nd piping 212 from the evaporation tub 201 are also closely related to the concentration of the IPA steam in the gas which flows out of the evaporation tub 201, they can be used as a concentration control parameter.

103] Thus, at least one of various physical elements about raw gas can be acquired as a concentration control parameter, and the concentration of the IPA steam in raw gas can be controlled based on the acquired concentration control parameter.

104] Concentration adjustment is possible by on the other hand controlling the ratio of the flow rate in these piping by adjusting the flow rate of the gas in the 1st piping 211, or the flow rate of the gas in the 3rd piping 213 as a controlled system for controlling the concentration of the IPA steam in raw gas.

105] Moreover, although it explained that the temperature of the gas in the 1st piping 211, the temperature of liquefied IPA in the evaporation tub 201, etc. were controlled by the above-mentioned explanation by the same temperature T0, such temperature may be set up according to an individual. Although the IPA steam in the gas which flows out of the evaporation tub 201 is considered at this time also when it is not a saturation state, and a flow rate etc. cannot be calculated by easy count like the above-mentioned explanation, the concentration of the IPA steam in raw gas is appropriately maintainable by performing feedback control suitably.

106] Moreover, when changing the temperature of the gas in the 1st piping 211, and the temperature of liquefied IPA in the evaporation tub 201, it sets. Since the concentration of the IPA steam in the gas which flows out of the evaporation tub 201 can change and the concentration of the IPA steam in raw gas can be changed by this if such temperature is changed. The temperature of the gas in the 1st piping 211 and the temperature of liquefied IPA in the evaporation tub 201 can also be used as a controlled system.

107] Thus, the concentration of the IPA steam in raw gas is controllable by controlling at least one of various elements as a controlled system.

108] Moreover, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained that the concentration of an IPA steam was set up by the operator, a concentration setup of an IPA steam can also be performed automatically. That is, the concentration which is less than the saturated concentration which the gas supply control section 172 asked and was called for in the saturated concentration of IPA in the temperature (or temperature equivalent to the temperature of a substrate 9) TW of the substrate 9 measured with the thermometer 154 while referring to the table 322 may be automatically determined as CDET.

109] Moreover, according to change of the temperature TW of the substrate 9 under desiccation processing, CDET may be changed automatically. Since concentration CDET is controlled by this substrate processor 100 by feedback control, when the temperature TW of a substrate 9 rises during processing, it is also possible to change concentration CDET according to this.

110] Thus, in the substrate processor 100, concentration control which prevents the dew condensation of IPA

the front face of a substrate 9 automatically can also be performed.

0111] As mentioned above, although the substrate processor 100 concerning this invention which is the gestalt of the 1st operation has been explained After dispersing the pure water which has adhered to the substrate 9 by high-speed rotation in this substrate processor 100, the rotational speed of a substrate 9 is decreased to low-speed rotation (or it stops — making). And since he is trying to supply raw gas to a substrate 9 at least at the time of low-speed rotation, the amount of supply of raw gas can be restricted only to a complement at the time of low-speed rotation (at or the time of a halt), preventing generating of a watermark. Thereby, manufacture of the substrate 9 of good quality is attained, holding down the manufacturing cost of a substrate 9.

0112] Moreover, since the concentration of the IPA steam in raw gas is appropriately controllable, it can prevent that an IPA steam dewes in the front face of a substrate 9, and suitable desiccation processing can be performed.

0113] <2. Gestalt > drawing 8 of the 2nd operation is drawing of longitudinal section showing the mechanical configuration of substrate processor 100a which is the gestalt of implementation of the 2nd of this invention. In addition, the configuration of a control system is the same as the configuration shown in drawing 2 almost, and is the same as the configuration which also shows the configuration of the gas supply section 171 and the gas supply control section 172 to drawing 5 and drawing 6, respectively almost.

0114] Substrate processor 100a is the same as that of the gestalt of the 1st operation except for the point of enabling it to supply pure water and gas also to the inferior surface of tongue (rear face) of a substrate 9, the point of enabling it to rotate the ambient atmosphere cutoff plate 151, and the point that a thermometer 154 measures the temperature in a cup 104, as compared with the substrate processor 100 which is the gestalt of the 1st operation. The following explanation shall explain such differences briefly and explains the same configuration as the gestalt of the 1st operation using the same sign.

0115] structure [in / so that pure water and raw gas can be supplied also to the inferior surface of tongue of a substrate 9 in substrate processor 100a / the ambient atmosphere cutoff plate 151 of the gestalt of the 1st operation] — the same — the maintenance base 121 — the edge of a double structure tube is made to be exposed in the center about. And inside tube 161a of this double structure tube is connected to the pure-water feed zone 161, and outside tube 171a is connected to the gas supply section 171.

0116] Moreover, in order to expose a double structure tube from the maintenance base 121, a motor in the air is used as a motor 131, and a double structure tube is arranged so that the susceptor 133 which supports a motor 131, a motor 131, a revolving shaft 123, and the maintenance base 121 may be penetrated in order. In addition, a double structure tube is supported by bearing 1231 in the revolving-shaft 123 interior, and outside tube 171a is somewhat formed with the hard ingredient so that it may be easily supported by bearing 1231. Moreover, the labyrinth 1232 was formed in the clearance between a double structure tube, and the maintenance base 121 and a revolving shaft 123, and bearing 1231 is protected from the penetration object. Even if labyrinths 1232 are V seal, packing, etc., it is easy to be natural [labyrinths].

0117] It enables it to also rotate the ambient atmosphere cutoff plate 151 in this direction to compensate for rotation of a substrate 9 in this substrate processor 100a. Therefore, it is what has the same configuration by the side of the inferior surface of tongue of a substrate 9, and a top face. That is, in the revolving shaft 153, it connects with the support shaft 152 through motor 131a in the air, and the ambient atmosphere cutoff plate 151 is arranged as a double structure tube penetrates the support shaft 152, motor 131a, a revolving shaft 153, and the ambient atmosphere cutoff plate 151. Moreover, the double structure tube is supported by the bearing 1511 of the revolving-shaft 153 interior, and the labyrinth 1512 is formed in the clearance between the ambient atmosphere cutoff plate 151, or a revolving shaft 153 and a double structure tube. And inside tube 161a is connected to the pure-water feed zone 161, and outside tube 171a is connected to the gas supply section 171.

0118] In addition, although drawing 8 shows the pure-water feed zone 161 and the gas supply section 171 to the ambient atmosphere cutoff plate 151 and maintenance base 121 side separately, the double structure tube by the side of the ambient atmosphere cutoff plate 151 and the double structure tube by the side of the maintenance base 121 may be connected to the same pure-water feed zone 161 or the gas supply section 171.

0119] The control system of substrate processor 100a is almost the same as the control system in the gestalt of the 1st operation shown in drawing 2. That is, the motor control section 132 controls motor 131a by the side of the motor 131 by the side of the maintenance base 121, and the ambient atmosphere cutoff plate 151, and the pure-water supply control section 162 and the gas supply control section 172 control the pure-water feed zone 161 and the gas supply section 171 by the side of the maintenance base 121 and the ambient atmosphere cutoff plate 151. Moreover, the thermometer 154 is arranged at rotation base 121 lower part, and the

temperature of the ambient atmosphere in a cup 104 is measured. It is considered that the temperature measured with the thermometer 154 is the temperature of a substrate 9, and it is used in the gas supply control section 172 like the gestalt of the 1st operation.

[120] Next, actuation of substrate processor 100a is explained using drawing 9. In addition, actuation of substrate processor 100a may be the actuation shown in drawing 3 or drawing 4 like the gestalt of the operation of the 1st, and the actuation explained below is only an example. Moreover, the rotation actuation shown in drawing 9 is common to the maintenance base 121 and the ambient atmosphere cutoff plate 151, and common to vertical both sides of a substrate 9 also about raw gas supply actuation and pure-water supply actuation. Furthermore, the sign shown in drawing 9 also uses the same thing as drawing 3 or drawing 4.

[121] As shown in drawing 9, at the washing process shown with a sign P1, supplying pure water to the top face and inferior surface of tongue of a substrate 9, a substrate 9 is rotated and washing processing is performed to vertical both sides of a substrate 9. If washing processing is completed (time of day TM 1), while suspending pure-water supply actuation, a substrate 9 will be rotated for 2 to 3 seconds by 1500 – 3000rpm. hereby, the pure water adhering to the top face and inferior surface of tongue of a substrate 9 disperses to a cup 104, and the great portion of pure water adhering to a substrate 9 is removed. At this time, you may stop, as the thick line in drawing 9 shows, and supply of raw gas on the top face and inferior surface of tongue of a substrate 9 may be performed in a minute in about 500l./, as a thick dashed line shows. In addition, the process time of day TM1–TM2 is the same as the process shown in drawing 3 or drawing 4 almost.

[122] Next, if picking **** of the great portion of pure water by high-speed rotation of a substrate 9 is completed (time of day TM 2), rotation of a substrate 9 is decreased to 500rpm extent, 20 – 30 seconds will be spent after that, and the rotational speed of a substrate 9 will be decreased continuously gradually (time of day TM2–TM3). Moreover, the amount of supply of the raw gas supplied to the top face and inferior surface of tongue of a substrate 9 according to reduction of the rotational speed of a substrate 9 is also gradually decreased from a part for 500l./to about 100l./minute.

[123] When the substrate 9 is rotating, in order to prevent the inflow of the atmospheric air from the clearance between the ambient atmosphere cutoff plate 151 and a cup 104 like previous statement, it is necessary to supply raw gas to a substrate 9. The amount to which this amount of supply is proportional to the rotational speed of a substrate 9 about is needed. Then, he is trying to also decrease the amount of supply of raw gas with reduction of the rotational speed of a substrate 9 in this example of operation.

[124] And if supply of the raw gas for 20 – 30 seconds is completed (time of day TM 3), the desiccation process shown with a sign P2 will be completed.

[125] In addition, feedback control also of the concentration of the IPA steam of the raw gas used in the gestalt of this operation is carried out like the gestalt of the 1st operation, and even if the flow rate of raw gas changes continuously, the concentration of an IPA steam is adjusted to the predetermined concentration CDET. hereby, dew condensation of IPA in the front face of a substrate 9 is prevented.

[126] As mentioned above, although the configuration and actuation of substrate processor 100a which are the gestalt of the 2nd operation have been explained, since pure water and raw gas can be supplied not only to the top face of a substrate 9 but to an inferior surface of tongue in this substrate processor 100a, the condition of the inferior surface of tongue of a substrate 9 is maintainable to clarification. To also maintain the condition of the inferior surface of tongue of a substrate 9 to clarification in manufacture of the semiconductor device with high densification of the recent years was carried out especially is asked, and this substrate processor 100a as composition which meets such a demand.

[127] Moreover, since the ambient atmosphere cutoff plate 151 is also rotated to compensate for rotation of a substrate 9 in substrate processor 100a, turbulence of the air current in the top face of a substrate 9 can be suppressed, and the inflow of the atmospheric air from Clearance G can be suppressed more effectively.

[128] Moreover, since the amount of supply of raw gas is adjusted according to the rotational speed of a substrate 9 as shown in drawing 9, supply of the raw gas which does not have excess and deficiency to rotation of a substrate 9 is realized.

[129] <3. Although the substrate processor concerning this invention has been explained more than modification >, this invention is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation, and various deformation is possible for it.

[130] For example, although the maintenance base 121 holds a substrate 9 by the pin 122, if a substrate 9 is mountable on the maintenance base 121, you may be what kind of gestalt and a substrate 9 is fixed by the adsorption chuck. Moreover, the posture of the substrate 9 held is not limited to a horizontal position, either.

- [0131] Moreover, as long as Motors 131 and 131a produce the power which it is not limited [power] to an electric motor but rotates the maintenance base 121, they may be what kind of gestalten.
- [0132] Moreover, although the raw gas from the gas supply section 171 is supplied from the ambient atmosphere cutoff plate 151 or the maintenance base 121, as long as it can supply raw gas to the top face and inferior surface of tongue of a substrate 9, you may be what kind of gestalt. For example, thin tubing is passed above a substrate 9, you may make it spout gas on the top face of a substrate 9, opening is formed in the maintenance base 121, and you may make it supply gas to the inferior surface of tongue of a substrate 9 through this opening.
- [0133] furthermore — although the raw gas which mixed the IPA steam is used for nitrogen gas with the gestalt of the above-mentioned implementation — nitrogen gas — even if independent, as long as ** and the gas containing the steam of other organic solvents may be used, or it may use gas other than nitrogen gas and is suitable for desiccation, what kind of thing may be used.
- [0134] Moreover, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained that it asked for the saturated concentration of the steam of the organic solvent to temperature with reference to a table 322, the maximum vapor tension to temperature may be memorized by the table 322. For example, IPA is used as an organic solvent, and when the temperature of a substrate 9 is 20 degrees C, since the maximum vapor tension in 20 degrees C is 32.4mmHg(s), the saturated concentration of IPA is computed with $32.4\text{mmHg}/760\text{mmHg}=4.26\%$. thereby, dew condensation of the IPA steam on the front face of a substrate is prevented in an operator putting as CDET 3% which is less than 4.26% of concentration.
- [0135] Moreover, it is not limited to the gestalt of the above-mentioned implementation about supply of pure water, and various deformation is possible like the case of supply of gas, and, as for gas, pure water is supplied to a substrate 9 according to an individual, without using a double structure tube. Furthermore, washing processing by pure water is not performed in a substrate processor, but the substrate 9 after washing is carried on to a substrate processor.
- [0136] Moreover, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained desiccation processing of the substrate 9 after pure-water washing, it may not be limited to pure water but you may be desiccation processing after washing by penetrant removers other than pure water. Furthermore, it may not be limited to the desiccation processing after washing, either, and you may be desiccation processing after other processings.
- [0137] Moreover, although he is trying to decrease about the rotational speed of the substrate 9 in a desiccation process from high-speed rotation to low-speed rotation with the gestalt of the above-mentioned implementation, you may make it decrease it gradually depending on the contents of processing. For example, in drawing 9, rotational speed may be continuously decreased towards time of day TM 3 from time of day TM 1. Moreover, the rotational speed and gas supply volume which were shown in the gestalt of operation are an example, and are not limited to such a value.
- [0138] Furthermore, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained signs that it dried to a semi-conductor substrate, you may be equipment which is not limited to desiccation of a semi-conductor substrate and performs desiccation processing [in / down stream processing of the glass substrate for the object for liquid crystal display manufacture, or photo-mask manufacture].
- [0139] Moreover, although the temperature of the ambient atmosphere cutoff plate 151 or the temperature of the ambient atmosphere in a cup 104 was measured and is regarded as the measured temperature being the temperature of a substrate 9 with the gestalt of the above-mentioned implementation using the thermometer 154, opening may be prepared in the ambient atmosphere cutoff plate 151 or the maintenance base 121, and the temperature of a substrate 9 may be measured using a radiation thermometer from this opening. Furthermore, the temperature of the pure water used for washing processing and the temperature of the atmospheric air near the substrate processor may be used as temperature equivalent to the temperature of the substrate 9 before desiccation processing. That is, the thermometry of a substrate 9 may be direct or may be indirect.
- [0140] Moreover, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained in the phase of the beginning of desiccation processing as that whose temperature of a substrate 9 is ordinary temperature, the temperature of a substrate 9 may be warmed using the gas breathed out in a standby process beyond ordinary temperature.
- [0141] Furthermore, although he is trying to measure the temperature (temperature which is equivalent to the temperature of a substrate 9 correctly) of a substrate 9 with the gestalt of the above-mentioned implementation, when it is guaranteed that the temperature of a substrate 9 is below fixed temperature, dew condensation of the IPA steam in the front face of a substrate 9 can be prevented by including an IPA steam in

aw gas with the vapor pressure below the maximum vapor tension in this temperature.

0142]

Effect of the [Invention] In invention claim 1 thru/or given in eight, since the gas to a substrate is supplied while decreasing the rotational speed of a maintenance base after dispersing the liquid which was made to rotate a maintenance base and adhered to the substrate, the amount of the gas supplied in order to prevent the contamination of the atmospheric air by rotation of a substrate can be stopped. Thereby, generating of a watermark can be prevented, holding down consumption of gas.

0143] After dispersing the liquid which adhered to the substrate in invention according to claim 2, the rotational speed of a maintenance base is decreased from the 1st rotational speed to the 2nd rotational speed, and since rotation of a maintenance base is stopped after dispersing the liquid adhering to a substrate, invention according to claim 4 will be moreover, sufficient for the amount of the gas which should be supplied to a substrate with the amount according to the rotational speed of a maintenance base.

0144] Moreover, in invention according to claim 5, a substrate can be dried quickly, preventing dew condensation of an organic solvent steam.

0145] Moreover, by invention according to claim 6, turbulence of the air current generated between a substrate and an ambient atmosphere cutoff plate can be prevented, atmospheric contamination can be stopped further, and desiccation processing can be performed also to other principal planes of a substrate by invention according to claim 7.

0146] Furthermore, in invention according to claim 8, since the flow rate of the gas supplied can be changed according to the rotational speed of a maintenance base, supply of the gas which does not have excess and efficiency further is realizable.

[translation done.]

NOTICES *

PO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
**** shows the word which can not be translated.
In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

Brief Description of the Drawings]

Drawing 1] It is drawing of longitudinal section of the substrate processor which is the gestalt of implementation of the 1st of this invention.

Drawing 2] It is the block diagram showing the control system of the substrate processor shown in drawing 1 .

Drawing 3] It is the timing diagram which shows an example of actuation of a substrate processor.

Drawing 4] It is the timing diagram which shows other examples of actuation of a substrate processor.

Drawing 5] It is the block diagram showing the configuration of the gas supply section etc.

Drawing 6] It is the block diagram showing the configuration of a gas supply control section etc.

Drawing 7] It is the table showing the relation between the saturated concentration of an IPA steam, and temperature.

Drawing 8] It is drawing of longitudinal section of the substrate processor which is the gestalt of implementation of the 2nd of this invention.

Drawing 9] It is the timing diagram which shows the example of further others of actuation of a substrate processor.

Drawing 10] It is drawing of longitudinal section of the conventional substrate processor.

Drawing 11] It is drawing showing the generating principle of a watermark.

Description of Notations]

Substrate

10,100a Substrate processor

21 Maintenance Base

31 131a Motor

32 Motor Control Section

51 Ambient Atmosphere Cutoff Plate

71 Gas Supply Section

71a Outside tube

72 Gas Supply Control Section

11-244 Heater

translation done.]